

(11)Publication number :

2002-343761

(43)Date of publication of application : 29.11.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/304

B08B 5/00

B08B 7/00

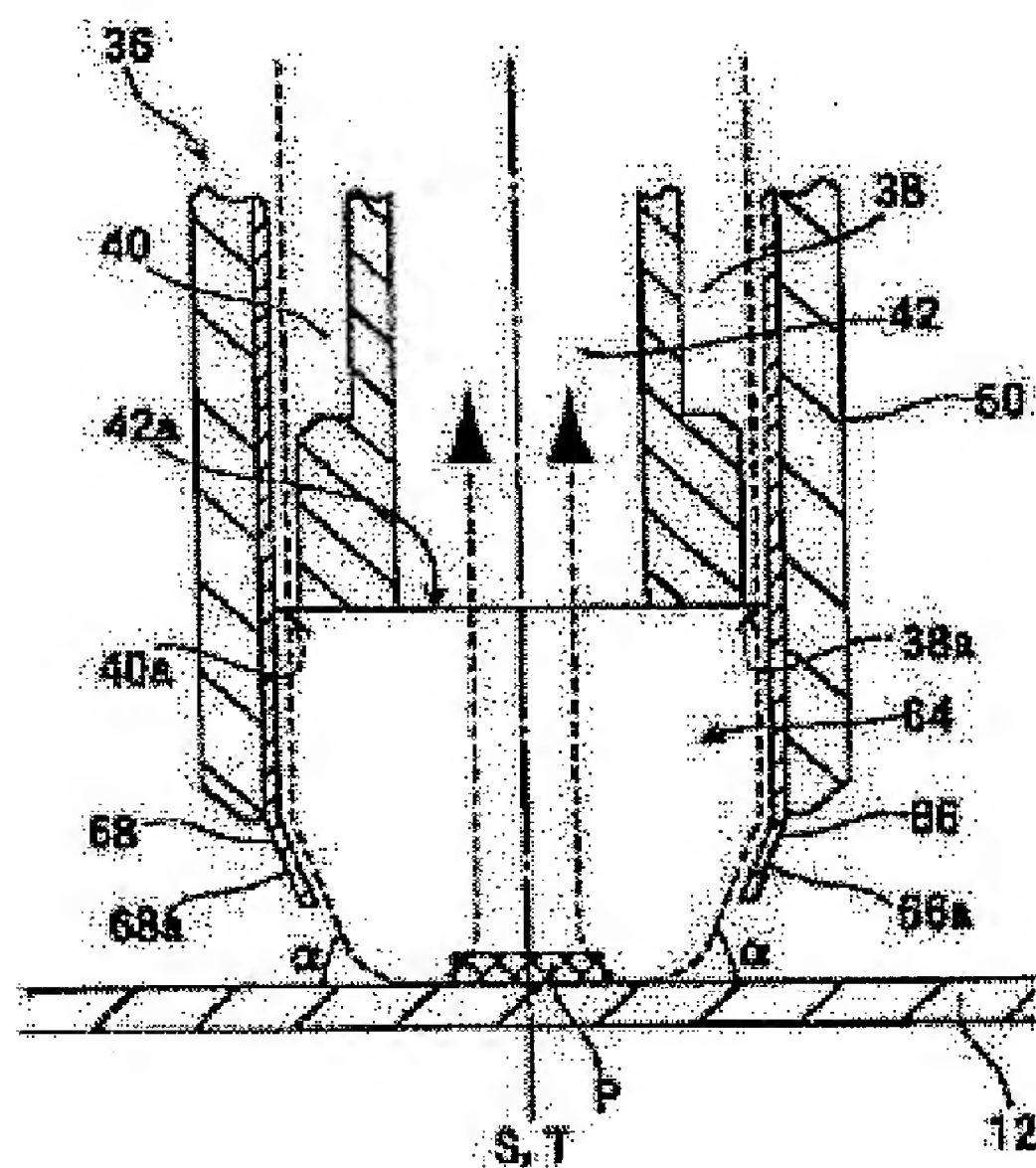
(21)Application number : 2001-146372

(71)Applicant : KUBOTA CORP

(22)Date of filing : 16.05.2001

(72)Inventor : MAEDA MAKOTO  
ODAWA MASAHIRO  
YAO MASAYUKI  
INOUE NAOKI  
KANDA MASAYUKI  
HAYAKAWA YOSHITO  
KUBOTA MASAMI  
HARA HIRONORI

#### (54) LASER CLEANING APPARATUS AND METHOD THEREFOR



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reliably remove foreign objects, to improve the rate of foreign object removal, to prevent the foreign objects from adhering onto a substrate surface again, and to prevent an extremely small amount of scattering.

SOLUTION: Compressed fluid is jetted to the outer edge of a spot P from first and second jet ports 38a and 40a of a nozzle 36, and is sprayed at a spraying angle  $\alpha$  being smaller than 90 degrees. Each compressed fluid flows within the range of the spot P, and collides one another near the center between the first and second jet ports 38a and 40a. In addition, the compressed fluid that flows within the range of the spot P gives kinetic energy to foreign objects for supporting the peeling/floating of the foreign objects due to laser irradiation. Then, the foreign objects including extremely small ones that are subjected to the peeling/floating swim with the current of the compressed fluid. A suction port 42a is arranged ahead the flow of the compressed fluid that has collided, thus

sucking the foreign objects to the suction port 42a with the compressed fluid by allowing suction force to operate.

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention about laser cleaning equipment and the laser cleaning method especially, for example, In the manufacturing process of a magnetic-recording board, a magnetic recording medium, a semiconductor wafer, a liquid crystal display, etc., It is related with the laser cleaning equipment which irradiates the surface of the substrate used as the candidate for cleaning with a laser beam, washes a substrate face optically, and prevents the reattachment to the substrate face of a foreign matter, and the minimum scattering, and the laser cleaning method.

[0002]

[Description of the Prior Art] An example of this kind of conventional laser cleaning equipment is indicated by JP,H11-6086,A [C23F4/00, B23K26/14, C23C16/44, H01L21/3065, 21/304] by which publication of unexamined application was carried out as of Heisei 11(1999) January 12. This laser cleaning equipment 1 contains the flue connector 4 which forms this and a double cylinder by the periphery side of the gas blow-off pipe 3 provided so that the circumference of the laser beam 2 may be surrounded, and the gas blow-off pipe 3, as shown in drawing 12. In conventional technology (JP,H11-6086,A). While making the impurity (foreign matter) of the surface of the processed object (substrate) 5 exfoliate by the exposure of the laser beam 2, He removes a foreign matter from the gas blow-off pipe 3 by spraying the inactive gas 6 on the laser beam irradiation position (spot) of the surface of the substrate 5, etc. from it being perpendicular, and attracting the foreign matter made to exfoliate from the flue connector 4 with the gas 6, and was trying to prevent the reattachment of the foreign matter to the processed object 5.

[0003]

[Problem to be solved by the invention] On the other hand, in laser cleaning technology, that in which a foreign matter exfoliates by laser radiation, and a foreign matter were ground, there were some (the minimum scattering) which serve as small foreign matter very much, and scatter, and there was a problem of carrying out the reattachment of these to a substrate face, only by laser radiation.

[0004] Then, although he is trying to prevent the reattachment of a foreign matter by spraying the gas 6 on a spot and collecting these in conventional technology, In conventional technology, since he was trying to spray the gas 6 from it being perpendicular, there was a possibility that the foreign matter which is going to be exfoliated or ground may hold down to the surface of the substrate 5, may be attached by this gas jet, and might not exfoliate by it. There was a possibility that the foreign matter once exfoliated or ground might carry out the reattachment to the surface of the substrate 5 similarly. In order to raise the exfoliation power of a foreign matter, when the gas 6 was made to blow off on high-speed jet conditions, there was a possibility like a hard disk substrate that a byway and a lightweight thing may be blown away comparatively.

[0005] In conventional technology, since he was trying to form the flue connector 4 as the circumference of a spot is surrounded, when cleaning the end of the substrate 5, the suction opening of the flue connector 4 overflowed out of the range of the substrate 5, and there was a possibility that suction performance might get worse and the reattachment of a foreign matter might arise.

[0006] So, the main purpose of this invention is to provide laser cleaning equipment which can prevent reattachment of a foreign matter to a substrate face, and can moreover prevent the

minimum scattering, and a laser cleaning method.

[0007]

[Means for solving problem]In laser cleaning equipment which the 1st invention irradiates a substrate face with a laser beam, and washes said substrate face, The 1st rocket engine jets and the 2nd rocket engine jets which spout compression fluid on a spray square smaller than 90 degrees towards an outer edge of a spot from a position which counters on both sides of a spot of a laser beam formed in a substrate face, It is laser cleaning equipment provided with a nozzle which has a suction opening established between the 1st rocket engine jets and the 2nd rocket engine jets.

[0008]In a laser cleaning method which the 2nd invention irradiates a substrate face with a laser beam, and washes said substrate face, It is the laser cleaning method attracting compression fluid which makes compression fluid blow off from a position which counters on both sides of a spot of a laser beam formed in a substrate face on a spray square smaller than 90 degrees towards an outer edge of a spot, and collided each other on the outskirts within a spot.

[0009]

[Function]Compression fluid blows off from the position (the 1st rocket engine jets and the 2nd rocket engine jets of a nozzle) which counters on both sides of a spot on a spray square smaller than 90 degrees towards the outer edge of a spot. If each compression fluid hits a substrate face, it will change direction in the direction which collides each other, will flow through within the limits of a spot, and will collide each other near the center between the 1st rocket engine jets and the 2nd rocket engine jets. Thus, as for compression fluid flowing [ which collided each other on the outskirts within a spot ], a suction opening is provided in the point of a substrate face which is the flow toward a normal line direction mostly. The compression fluid which flows through within the limits of a spot gives kinetic energy to a foreign matter, assists exfoliation and surfacing of the foreign matter by laser radiation, and promotes this. And the foreign matter which exfoliated and surfaced rides the flow of compression fluid. The piece of grinding of the foreign matter ground by laser radiation (very small foreign matter) also rides the flow of compression fluid. Therefore, a foreign matter is conjointly attracted [ act / the suction force from a suction opening ] by the suction opening with compression fluid. Thus, a foreign matter is removed while the compression fluid which blew off is collected.

[0010]For example, compression fluid is sprayed within the limits of a substrate face. In this case, the contamination (adhesion of a foreign matter etc.) from the peripheral environment by compression fluid blowing off to peripheral environment is prevented.

[0011]When the 1st rocket engine jets and the 2nd rocket engine jets are established in the one side which separated from the center of the direction which intersects perpendicularly with the direction of radiation of the laser beam of a suction opening, or the direction of radiation and the end of a substrate face is washed, the center of a suction opening may be made to be arranged out of the range of a substrate face. Also in this case, the contamination from peripheral environment is prevented.

[0012]The center position between the 1st rocket engine jets and the 2nd rocket engine jets and the center position of a spot are offset, and it may be made to be arranged them. In this case, since the Dead Zone (place where the rate of flow serves as zero) generated in near the center position between the 1st rocket engine jets and the 2nd rocket engine jets where compression fluid collides each other is avoidable, a foreign matter is not attracted but can prevent carrying out the reattachment.

[0013]S-polarized light of the laser beam is carried out to a substrate face, and it is irradiated



aslant. In this case, exfoliation and surfacing of a foreign matter can be performed efficiently, avoiding the surface damage and performance degradation of a substrate.

[0014] Since both the surfaces of a substrate can be simultaneously cleaned when a laser beam is irradiated by both the surfaces of a substrate and a nozzle is provided to each of both surfaces of a substrate, a throughput can be improved. The problem by which a substrate is blown away with compression fluid is avoidable by maintaining the flow balance of compression fluid to both the surfaces of a substrate.

[0015]

[Effect of the Invention] According to this invention, a foreign matter can be removed certainly and the extraction ratio of a foreign matter can be improved. The reattachment to the substrate face of a foreign matter can be prevented, and, moreover, the minimum scattering can also be prevented.

[0016] The above-mentioned purpose of this invention, the other purposes, the feature, and an advantage will become still clearer from the detailed explanation of the following embodiments given with reference to Drawings.

[0017]

[Working example] The cleaning device 10 of this embodiment shown in drawing 1 cleans the surface of a substrate in the manufacturing process of a magnetic-recording board, a magnetic recording medium, a semiconductor wafer, a liquid crystal display, etc., and prevents the reattachment to the substrate face of a foreign matter, and the minimum scattering. Below, it explains as a premise using the cleaning device 10 for cleaning of the hard disk substrate 12 which consists of main materials, such as aluminum or glass.

[0018] Here, the hard disk substrate 12 is a thing of the preceding paragraph story of the process of carrying out sputtering of the magnetic material.

Texture polish of the surface is covered and carried out by the NiP film.

Therefore, two or more polish slots which extend to a hoop direction exist in the surface of the hard disk substrate 12.

Foreign matters (not shown), such as a contaminant in grinding waste and a last cleaning process and a contaminant in a clean room, have adhered.

[0019] The cleaning device 10 (drawing 1) contains the personal computer (henceforth "PC") 14, the excimer laser 16, the variable attenuator 18, the optical systems 20 and 22, the moving stage 24, the energy meter 32, the spindle motor 34, and nozzle 36 grade.

[0020] In this embodiment, while the nozzle 36 and optical system 22 grade are provided in a position fixed, the hard disk substrate 12 is attached to the spindle motor 34 on the moving stage 24, and the hard disk substrate 12 is suitably made movable to the nozzle 36 and the optical system 22.

[0021] The moving stage 24 contains a stage portion movable to fixed shaft orientations which is not illustrated. Movement of a stage portion is controlled by PC14, and the movement-zone information is given to PC14 as a position signal. And the spindle motor 34 is laid in a stage portion fixed. Therefore, the spindle motor 34 is moved with movement of a stage portion, and a position of the spindle motor 34 may be grasped based on movement-zone information on a stage portion. That is, the hard disk substrate 12 is moved with movement of a stage portion, and a position of the hard disk substrate 12 may be grasped based on movement-zone information on a stage portion.

[0022] As for the spindle motor 34, the hard disk substrate 12 is attached to an abbreviated level

at a point of the output shaft 34a including the output shaft 34a. A rotary encoder which is not illustrated is built in the spindle motor 34, and rotational position information detected by this rotary encoder is given to it PC14.

[0023]Revolving speed of the spindle motor 34 is controlled by PC14 in about 50-20,000 rpm. As a system of a roll control, CAV (Constant Angular Velocity) control or CLV (Constant Linear Velocity) control is used. Since according to CAV control pulse repetition frequency of the excimer laser 16 and a rotational frequency of the spindle motor 34 are associated and it is easy to control, When irradiating with a laser beam targeting a specific foreign matter, it is suitable, and on the other hand, according to CLV control, since it is easy to glare with fixed pulse repetition frequency, when irradiating the surface of the hard disk substrate 12 with a laser beam uniformly, it is suitable. Although the maximum revolving speed of the spindle motor 34 is so advantageous from a viewpoint of a throughput that it is quick, from a viewpoint of controlling an irradiation position of a laser beam, it is desirable that it is below pulse repetition frequency of the excimer laser 16.

[0024]Including a KrF excimer laser oscillator (wavelength: about 248 nm, about pulse width: 25ns) in which the excimer laser 16 emits a laser beam of random polarization, for example, ON/OFF of an oscillation is controlled by PC14 and pulse repetition frequency is changed. A laser output is adjusted when the excimer laser 16 controls impressed electromotive force by this control device including a control device which controls laser density. Pulse repetition frequency of the excimer laser 16 is set, for example as about 100 Hz.

[0025]Although having used a KrF excimer laser oscillator has having high photon energy suitable for washing, that oscillation efficiency is high, and a low rate of ozone evolution and it is based on Reasons that it is not necessary to carry out the nitrogen purge of the optical path, transmissivity of an optical element is high, etc., Other laser generators, such as other excimer laser oscillators, such as a XeCl excimer laser oscillator (wavelength: 308 nm) and an ArF excimer laser oscillator (wavelength: 193 nm), or a solid state laser oscillator, and a semiconductor laser oscillator, may be used.

[0026]The variable attenuator 18 adjusts uniformly, laser intensity, i.e., laser density, per unit irradiation surface product of a laser beam which were irradiated from the excimer laser 16. It is adjusted by control of PC14 in the range in which the transmissivity is 0-100%. However, it is desirable to use with transmissivity of 70 to 100% from a viewpoint of energy efficiency of the excimer laser 16.

[0027]The optical system 20 deflects this while operating orthopedically the laser beam given from the variable attenuator 18 with a rectangle beam.

It is constituted by combining optics, such as a mirror and a beam plastic surgery machine. It is desirable for that profile to make a laser beam uniform collimating light in this optical system 20.

[0028]The optical system 22 irradiates with this to the upper surface of the hard disk substrate 12 by the low slanting namely, incidence angle  $\theta$  (for example, 15 degrees or less) while carrying out s-polarized light of the laser beam of the random polarization given from the optical system 20 to the upper surface of the hard disk substrate 12.

It is constituted by various kinds of optics.

[0029]For example, the optical system 22 contains a polarization beam splitter, a mirror, 1/2 wavelength plate, etc. If the laser beam of random polarization enters into a polarization beam splitter, while the part will be penetrated, the vibrating direction of the electric vector is used as a

horizontal chisel, and is irradiated by the upper surface of the hard disk substrate 12 as an s-polarized light beam. An incidence angle and irradiation energy density are set as a proper value, in order to acquire a suitable cleaning effect (i.e., in order to attain not producing a surface damage, that a foreign matter is removable, that recording reproduction characteristics are securable, etc.). Since the reflection coefficient of sound energy intensity in a substrate face becomes large, for example by irradiating with a laser beam by s-polarized light and a low incidence angle, A operation effect advantageous to removal (exfoliation and surfacing) of a foreign matter -- while suppressing the energy absorption to a substrate, can increase the dose to a foreign matter by the indirect exposure of a reflected light, and the vibrational energy of s-polarized light acts effective in a foreign matter -- is obtained. Thus, avoiding damage and performance degradation of a substrate face, from a substrate face, a foreign matter is exfoliated and risen to surface, and is removed.

[0030]As for the direction of radiation of a laser beam, it is desirable that it is a tangential direction so that a laser beam may fully be irradiated also to the foreign matter of the polish inside of a slot formed in the hoop direction of the surface of the hard disk substrate 12.

[0031]When using the laser beam which may replace with a polarization beam splitter, and may use a plate polarizer etc., or has the linear polarization characteristic, it may be made to divide this by a non-polarization beam splitter. Since it is explained in full detail by Tokuganhei 11-248211 for which applicant of this application applied previously, please refer to it for the composition of such an optical system 22, or the characteristic of setting out of an incidence angle and irradiation energy density, and s-polarized light low angle incidence.

[0032]When the energy meter 32 removes the hard disk substrate 12, it carries out direct detection of the laser density of the laser beam (dashed line in drawing 1) irradiated from the optical system 22.

It is arranged under the optical system 22.

And the laser density signal detected in the energy meter 32 is given to PC14, and laser density is finely tuned based on this laser density signal. That is, the laser density irradiated by the hard disk substrate 12, By controlling the impressed electromotive force to the excimer laser 16 based on the target laser density set up beforehand, a coarse control is carried out and it is finely tuned by controlling the variable attenuator 18, using the laser density signal (actual measurement) from the energy meter 32 as a feedback signal. Therefore, the laser density irradiated by the hard disk substrate 12 is maintained uniformly.

[0033]The nozzle 36 is for attracting and discharging compression fluid and a foreign matter while assisting it by spouting compression fluid to exfoliation and surfacing of a foreign matter by laser radiation.

The 1st spurting parts 38, the 2nd spurting parts 40, and the suction part 42 are included.

[0034]The compression fluid feed units 44 and 46 are connected to the 1st spurting parts 38 and the 2nd spurting parts 40, respectively, and suction and the exhaust 48 are connected to the suction part 42. It is controlled by PC14, respectively and compression fluid, such as inactive gas, is sent into the 1st spurting parts 38 and the 2nd spurting parts 40, and suction and the exhaust 48 are controlled by PC14, and from the suction part 42, the compression fluid feed units 44 and 46 attract compression fluid, a foreign matter, etc., and discharge it.

[0035]Specifically, the 1st spurting parts 38, the 2nd spurting parts 40, and the suction part 42 are formed as a separate passage, respectively in the main parts 50, such as the nozzle 36, for example, approximately rectangular parallelepiped shape etc., as shown in drawing 3. As shown



in drawing 2 (A) and (B), the 1st spurting parts 38, the end connection 52 open for free passage and the 2nd spurting parts 40, the end connection 54 open for free passage and the suction part 40, and the end connection 56 open for free passage are formed in the main part 50.

The pipes 58 and 60 prolonged from the compression fluid feed units 44 and 46 are connected to the end connections 52 and 54, and the pipe 62 prolonged from suction and the exhaust 48 is connected to the end connection 56.

[0036]The 1st spurting parts 38, the 2nd spurting parts 40, and the suction part 42 include the 1st rocket engine jets 38a, the 2nd rocket engine jets 40a, and the suction opening 42a, respectively. As shown in drawing 3, in a lower end part of the nozzle 36 which attends the surface of the hard disk substrate 12, the 1st spurting parts 38 and the 2nd spurting parts 40 separate an interval, and are provided, between the 1st spurting parts 38 and the 2nd spurting parts 40, these are adjoined and the suction part 42 is formed. And the 1st rocket engine jets 38a, the 2nd rocket engine jets 40a, and the suction openings 42a, such as approximately rectangular shape, are formed in a lower end of the 1st spurting parts 38, the 2nd spurting parts 40, and the suction part 42, respectively. Thus, the 1st rocket engine jets 38a, the suction opening 42a, and the 2nd rocket engine jets 40a make sandwich structure which adjoined this order and was arranged on a straight line.

[0037]Arrangement and size of the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a, a flow of compression fluid blowing off, etc., It is suitably set up so that exfoliation and surfacing of a foreign matter in the spot (laser beam irradiation position) P formed by exposure of a laser beam on the hard disk substrate 12 surface can be assisted exactly, Arrangement, size, a suction force, etc. of the suction opening 42a are suitably set up so that compression fluid, a foreign matter, etc. can be attracted certainly.

[0038]In this embodiment, as the nozzle 36 separates a predetermined interval from the surface of the hard disk substrate 12 and is located above the spot P, it is arranged fixed, so that drawing 2 - drawing 4 may show.

[0039]By a relation with the laser beam direction of radiation, the nozzle 36 is arranged so that the arranging direction and the laser beam direction of radiation of the 1st rocket engine jets 38a, the suction opening 42a, and the 2nd rocket engine jets 40a may intersect perpendicularly. The nozzle 36 arranged in this way is also called 1st embodiment. The laser beam is orthopedically operated by rectangular shape long to the direction of radiation, and by the relation between the form and the size of the spot P, the nozzle 36 is arranged so that the arranging direction of the 1st rocket engine jets 38a, the suction opening 42a, and the 2nd rocket engine jets 40a and the long side (major axis) of the spot P may intersect perpendicularly. The laser beam direction of radiation and the direction from which compression fluid blows off also aims to cross at right angles, and also aims to intersect perpendicularly with the long side of the spot P.

[0040]Since the laser beam is long to the direction of radiation, a part of lower end part of both side surfaces of the main part 50. as shown in drawing 2 and drawing 3, in order not to interrupt an ON reflection of a laser beam but to secure the passage -- notching -- in him and lower end circles of the nozzle 36, The space 64 for laser passage for letting a laser beam pass is formed between the suction opening 42a (the position is shown by dotted line in drawing 2 (A).), and the surface of the hard disk substrate 12.

[0041]The 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a include the guides 66 and 68 which give predetermined directivity to compression fluid, respectively. That is, in the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a. As shown in drawing 3, for example, it

extends continuously toward the surface of the hard disk substrate 12 from the inside of the 1st spurting parts 38 and the 2nd spurting parts 40, the tabular guides 66 and 68 are formed, The point 66a of the guide 66 and the point 68a of the guide 68 incline in the direction which faces mutually at a proper angle. Each compression fluid which blows off from the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a is given directivity which goes to an outer edge of the spot P by this.

[0042]In drawing 2 (B) and drawing 3, in order to show intelligibly, thickness is attached and illustrated at the spot P. Although a state at the time of drawing 4 cleaning an end of the hard disk substrate 12 is shown, By this drawing 4, in order that the fields 38b, 40b, and 42b etc. which projected the spot P and the 1st rocket engine jets 38a, the 2nd rocket engine jets 40a, and the suction opening 42a to up to the hard disk substrate 12 surface may make it intelligible, it is exaggerated, and simplified and shown a little.

[0043]The 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a are established in one side which separated from a center position (the alternate long and short dash line Q in drawing 4) of the direction of laser radiation of the suction opening 42a so that drawing 3 and drawing 4 may show well. An interval of the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a, It is set up more greatly than size of the cross direction (direction crossing at a right angle of the laser beam direction of radiation) of the spot P (for example, about 30 mm), It is set up greatly whether laser radiation lay length of the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a is almost the same as size of the direction of laser radiation of the spot P (for example, about 70 mm).

[0044]While the suction opening 42a counters the spot P so that drawing 4 may show the nozzle 36, between the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a, as the spot P is settled, it is arranged, and the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a counter on both sides of the spot P. And at the time of cleaning, the compression fluid which blows off from the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a flows, as a dotted line shows drawing 3, for example. That is, each compression fluid is sprayed on the outer edge of the spot P on the spray square alpha smaller than 90 degrees by being given predetermined directivity by the point 66a of the guide 66, and the point 68a of the guide 68.

[0045]Probably the fluid sprayed within the limits of the direct spot P also exists slightly, even if the guides 66 and 68 are set up towards the outer edge of the spot P, since compression fluid blows off with a fixed angle of divergence (about 20 degrees), but. The adverse effect to tailing by this is minor. However, it is desirable to spray all the compression fluid that blew off out of the ranges, such as an outer edge of the spot P.

[0046]Compression fluid is sprayed within the limits of the hard disk substrate 12 by arranging the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a within the limits of the hard disk substrate 12, for example etc. Therefore, since compression fluid does not blow off out of the range of the hard disk substrate 12, peripheral environment is not disturbed but the contamination from peripheral environment to which the foreign matter contained there soars on the surface of the hard disk substrate 12, and adheres is prevented.

[0047]If each compression fluid is equivalent to the hard disk substrate 12, it will change direction in the direction which approaches mutually, will flow through within the limits of the spot P, and will collide each other near the center position between the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a (this embodiment within the limits of the spot P).

[0048]The compression fluid which flows through within the limits of the spot P gives kinetic energy to a foreign matter, assists exfoliation and surfacing of the foreign matter by laser



radiation, and promotes this. And the foreign matter which exfoliated and surfaced from the hard disk substrate 12 surface by support of laser radiation and compression fluid rides the flow of compression fluid. Even if a foreign matter is ground by laser radiation and becomes a piece of grinding (very small foreign matter), Since it is flowing so that each compression fluid may collide each other towards the center position between the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a from the outer edge of the spot P, very much, small foreign matter also rides the flow of compression fluid, and is considered that the scattering is controlled.

[0049]and a direction into which compression fluid which collided each other on the outskirts within the spot P flows -- the surface of the hard disk substrate 12 -- it is mostly changed into a normal line direction (the secession direction), and the suction opening 42a is arranged at the point of the flow. Therefore, a foreign matter etc. are conjointly attracted [ act / a suction force from the suction part 42 ] in the suction part 42 from the suction opening 42a with compression fluid. Thus, a foreign matter is removed with compression fluid which blew off.

[0050]It may be made to give a frequency component to compression fluid by forming an ultrasonic generator in the middle of a pipeline between the compression fluid feed units 44 and 46 or the compression fluid feed units 44 and 46, and the nozzle 36 etc., for example etc. In this case, since still bigger kinetic energy can be given to a foreign matter, exfoliation and surfacing of a foreign matter are promoted more.

[0051]In arranging the whole cleaning device 10 or a peripheral part of the hard disk substrate 12 to a clean room, By forming a HEPA (HighEfficiency Particulate Air) filter in an air supply source of a clean room, pure environment can be obtained highly. An HEPA filter is a gas filter constituted considering glass wool as a main material.

Particles are caught using three principles, inertia, diffusion, and a collision.

[0052]In a cleaning process using this cleaning device 10. First, the compression fluid feed units 44 and 46, and suction and the exhaust 48 operate, the hard disk substrate 12 rotates with the spindle motor 34, and the hard disk substrate 12 is arranged by the moving stage 24 in the state at the nozzle 36 and a laser radiation position. And the excimer laser 16 is turned on, and laser radiation is performed to the whole surface of the hard disk substrate 12, repeating rotation and movement. Thus, a foreign matter which exfoliated and surfaced is attracted and removed from the suction opening 42a with compression fluid from the surface of the hard disk substrate 12.

[0053]When washing an end of the hard disk substrate 12, as shown in drawing 4, as the center Q of the suction opening 42a is located out of the range of the hard disk substrate 12, it is arranged. When it does in this way, there is no possibility that a foreign matter which a flow occurs toward within the limits of the hard disk substrate 12 from the outside of the range of the hard disk substrate 12, and is contained in peripheral environment by suction may adhere to the surface of the hard disk substrate 12. That is, contamination from peripheral environment can be prevented.

[0054]It may be made to establish removal processes, such as supersonic vibration exhaust air washing or backwashing by water, etc. beforehand before this cleaning process.

[0055]According to this embodiment, a foreign matter can be removed certainly and an extraction ratio of a foreign matter can be improved. Reattachment to the hard disk substrate 12 of a foreign matter can be prevented, and, moreover, the minimum scattering can also be prevented.

[0056]Since he is trying to collect compression fluid which blew off from the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a to the suction opening 42a, cleanliness of a peripheral

atmosphere is not spoiled. Therefore, maintenance, recovery, etc. of a peripheral atmosphere do not take time, but high speed processing becomes possible, and productivity can be improved.

[0057]Since it was made to carry out adjacent arranging of the suction opening 42a between the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a, as for a miniaturization and a weight saving, the nozzle 36 is made, therefore it can apply also to washing of comparatively small substrates, such as a magnetic recording medium (substrate).

[0058]In an above-mentioned embodiment, as it is indicated, for example in drawing 3 as the nozzle 36 and the spot P, as the center position T between the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a and the center position S of the cross direction of the spot P are mostly in agreement, they are arranged, but. The center position T between the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a and the center position S of the spot P are offset, and these may be made to be arranged, as shown, for example in drawing 5. In near center position T between the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a where compression fluid collides each other, It is thought that a place (Dead Zone) where the rate of flow of compression fluid serves as zero occurs, and in this Dead Zone, since it is in the same state as there is no jet of compression fluid, reattachment of a foreign matter will happen. . Therefore, arrange so that the spot P which exfoliation and surfacing, or grinding of a foreign matter produces may not go into the Dead Zone near center position T between the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a. Or by offsetting the center position T between the center position S of the spot P, the 1st rocket engine jets 38a, and the 2nd rocket engine jets 40a at least, within the limits of the spot P, compression fluid can always be flowing and can prevent reattachment of a foreign matter by the Dead Zone.

[0059]In order to prevent contamination from peripheral environment in each above-mentioned embodiment, When establishing the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a in one side which separated from the center position Q of the direction of laser radiation of the suction opening 42a and washing an end of the hard disk substrate 12, are trying to arrange the center Q of the suction opening 42a out of the range of the hard disk substrate 12, but. Since there is no possibility that contamination from peripheral environment may arise when cleanliness of atmosphere of peripheral environment can be secured still more highly, it may be made to arrange the center position Q of the suction opening 42a also in the case also in within the limits of the hard disk substrate 12, or the case of end clarification. It may be made to form the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a, without separating from the center position Q of the suction opening 42a, as shown in drawing 6. Compression fluid may blow off also out of the range of the hard disk substrate 12 further again.

[0060]Although he is trying for an arranging direction and the laser beam direction of radiation of the 1st rocket engine jets 38a of the nozzle 36, the suction opening 42a, and the 2nd rocket engine jets 40a to intersect perpendicularly in each above-mentioned embodiment, An arranging direction and the laser beam direction of radiation of the 1st rocket engine jets 38a, the suction opening 42a, and the 2nd rocket engine jets 40a may be made to be parallel. In this case, the nozzle 36 (the 2nd embodiment) of other embodiments as shown, for example in drawing 7 is applied.

[0061]Since it is constituted like the nozzle 36 of the drawing 2 embodiment except that the composition of a lower end part mainly differs, the nozzle 36 (drawing 7) of the 2nd embodiment omits the duplicate explanation. In the 2nd embodiment, the laser beam is orthopedically operated by rectangular shape with the long length of the direction (cross direction) which intersects perpendicularly with the laser beam direction of radiation, as shown in drawing 8. And

in the 2nd embodiment, space for laser passage like the 1st embodiment is not provided, but the nozzle 36 approaches the surface of the hard disk substrate 12 (about 2 mm or less), and is arranged, and a laser beam passes through between the lower end surface of the nozzle 36, and the surfaces of the hard disk substrate 12. In order not to interrupt an ON reflection of the laser beam of the predetermined incidence angle  $\theta$ , the lower end part of the both side surfaces (field which intersects perpendicularly with the laser beam direction of radiation) of the main part 50 is formed in tapering tapered shape, for example. Also in the 2nd embodiment, the arranging direction of the 1st rocket engine jets 38a, the suction opening 42a, and the 2nd rocket engine jets 40a and the long side (major axis) of the spot P intersect perpendicularly.

[0062] Drawing 8 is exaggerated, and simplified and shown a little, in order that the fields 38b, 40b, and 42b etc. which projected the spot P and the 1st rocket engine jets 38a, the 2nd rocket engine jets 40a, and the suction opening 42a to up to the hard disk substrate 12 surface may make it intelligible.

[0063] It returns to drawing 7, and to a lower end of the nozzle 36, the 1st spurting parts 38, the 2nd spurting parts 40, and the suction part 42 are prolonged, and are provided, and the 1st rocket engine jets 38a, the 2nd rocket engine jets 40a, and the suction opening 42a are formed in a lower end surface of the nozzle 36. And the passage 38c of a point which reaches the 1st rocket engine jets 38a, and the passage 40c of a point which reaches the 2nd rocket engine jets 40a incline in the direction which faces mutually at a proper angle. Each compression fluid which blows off from the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a is given directivity which goes to an outer edge of the spot P by this.

[0064] The 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a are established in the one side which separated from the center position (alternate long and short dash line Q' in drawing 8) of the cross direction of the suction opening 42a so that drawing 7 and drawing 8 may show well. The interval of the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a, It is set up more greatly than the size of the laser beam direction of radiation of the spot P (for example, about 30 mm), It is set up greatly whether the length of the cross direction (direction which intersects perpendicularly with the laser beam direction of radiation) of the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a is almost the same as the size of the cross direction of the spot P (for example, about 50 mm).

[0065] As the nozzle 36 is shown in drawing 8, while the suction opening 42a counters the spot P, between the rocket engine jets 38a and the rocket engine jets 40a, as the spot P is settled, it is arranged, and the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a counter on both sides of the spot P. And at the time of cleaning, the compression fluid which blows off from the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a flows, as a dotted line shows drawing 7. That is, each compression fluid is given predetermined directivity at the passages 38c and 40c, and is sprayed on the outer edge of the spot P on the spray square  $\alpha$  smaller than 90 degrees. The direction from which compression fluid blows off also aims to be parallel to the laser beam direction of radiation, and also aims to intersect perpendicularly with the long side of the spot P.

[0066] And like the 1st embodiment, each compression fluid assists exfoliation and surfacing of a foreign matter, and is attracted by the suction part 42 with a foreign matter. However, since the 1st rocket engine jets 38a, the 2nd rocket engine jets 40a, and the suction opening 42a are close by the surface of the hard disk substrate 12, the spray effect, a suction force, etc. of compression fluid improve.

[0067] Also according to other embodiments, a foreign matter can be removed more certainly and



an extraction ratio of a foreign matter can be improved further. Reattachment to the hard disk substrate 12 of a foreign matter can be prevented further, and, moreover, can be prevented one layer of the minimum scattering nearby.

[0068] Also in the other embodiments, when washing an end of the hard disk substrate 12, as shown in drawing 8, as center Q' of the suction opening 42a is located out of the range of the hard disk substrate 12, it is arranged. Therefore, contamination from peripheral environment can be prevented like a case of the 1st embodiment.

[0069] The center position T between the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a and the center position S of the spot P are offset, and it may be made to arrange in the other embodiments as well as the 1st embodiment, as shown in drawing 9.

[0070] When cleanliness which contamination from peripheral environment cannot produce can be secured like the 1st embodiment further again, it may be made to arrange center position Q' of the suction opening 42a also in the case also in within the limits of the hard disk substrate 12, or the case of end clarification. It may be made to form the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a, without separating from center position Q' of the suction opening 42a, as shown in drawing 10. Compression fluid may blow off also out of the range of the hard disk substrate 12.

[0071] An inventor experimented in order to verify the tailing effect by a cleaning device of the 1st and 2nd embodiments, and he showed the result in Table 1. In Table 1, the 1st embodiment (drawing 3), Since the 1st rocket engine jets 38a, the 2nd rocket engine jets 40a, and the suction opening 42a of the nozzle 36 separate an interval from the surface of the substrate 12 a little and are arranged, It is shown as a "remote nozzle", and since the 1st rocket engine jets 38a, the 2nd rocket engine jets 40a, and the suction opening 42a of the nozzle 36 approach with the surface of the substrate 12 and are arranged, the 2nd embodiment (drawing 7) is shown as a "contiguity nozzle." In a remote nozzle (the 1st embodiment), while spouting compression fluid by 65NI (normal liter) / min from the 1st spurting parts 38 and the 2nd spurting parts 40, respectively, it drew in by 300 NI/min from the suction part 42. In a contiguity nozzle (the 2nd embodiment), while spouting compression fluid by 40 NI/min from the 1st spurting parts 38 and the 2nd spurting parts 40, respectively, it drew in by 150 NI/min from the suction part 42. What only drew in by 300 NI/min is shown as a comparative example.

[0072]

[Table 1]

		遠隔ノズル		近接ノズル		比較例(吸引のみ)	
異物除去率		37/48	77.1%	75/93	80.6%	128/180	71.1%
極小飛散	有	1/13	7.7%	1/20	5.0%	6/21	28.6%
	軽微	5/13	38.5%	4/20	20.0%	8/21	38.1%
	無	7/13	53.8%	15/20	75.0%	7/21	33.3%

[0073] A result of having summarized two or more sample substrates is shown by rate of tailing in (the removed number of foreign matters / the total number of foreign matters). According to the 1st and 2nd embodiments, it turns out that the tailing effect can be improved about ten percent compared with a comparative example. (The number of sample substrates / the total number of sample substrates classified according to a grade (\*\*, slightness, nothing) of the minimum scattering after washing) are shown by the minimum scattering. compared with a

comparative example, the minimum scattering is clearly observed by all of the 1st and 2nd embodiments -- "-- a rate of owner" decreases sharply and "it is minor" and the minimum scattering by which the minimum scattering is observed very slightly are not observed at all -- "-- it turns out that a rate of-less" is increasing and the minimum preventing scattering effect is acquired. In particular, according to the 2nd embodiment, a result that the minimum scattering was not observed in no less than 75% of sample was obtained.

[0074]Although he is trying to supply compression fluid to the 1st spurting parts 38 and the 2nd spurting parts 40 independently from the respectively separate compression fluid feed units 44 and 46 in each above-mentioned embodiment, This is for adjusting individually compression fluid which blows off from the 1st rocket engine jets 38a and the 2nd rocket engine jets 40a, and raising an extraction ratio and the minimum scattering prohibitive power. Therefore, it may be made to supply compression fluid to these from one compression fluid feed unit depending on the case. In such a case, the 1st spurting parts 38 and the 2nd spurting parts 40 may be constituted by passage etc. where one passage started from one end connection branched to two within the nozzle 36.

[0075]A laser beam is divided into plurality, and two or more places of the surface of the hard disk substrate 12 are irradiated, and it may be made to form two or more nozzles 36 to these spots P. In this case, since each nozzle 36 can share the surface area of the hard disk substrate 12 and two or more fields can be cleaned simultaneously, a throughput can be improved.

[0076]Although he is trying to clean one surface of the hard disk substrate 12 in each above-mentioned embodiment, further again, For example, it may be made to clean both the surfaces of the hard disk substrate 12 simultaneously by irradiating the surface of both hard disk substrates 12 (upper and lower sides) with a laser beam, and forming the nozzle 36 to each of both surfaces, as shown in drawing 11. In this case, the process which reverses the upper and lower sides of the hard disk substrate 12 can be skipped, and a throughput can be improved. The problem by which the hard disk substrate 12 is blown away with compression fluid is avoidable by maintaining the flow balance of compression fluid to both the surfaces of the hard disk substrate 12. It is desirable to make it spray compression fluid within the limits of the hard disk substrate 12 so that the compression fluid which blows off from each nozzle 36 for the upper and lower sides may not collide each other in this case.

[0077]For example, as shown in drawing 11, it is arranged at a position to the spot P of the upper and lower sides of the hard disk substrate 12, respectively, and the two nozzles 36 are divided into two and irradiated with a laser beam by both the surfaces of the hard disk substrate 12. The optical system 22 shown in drawing 11 contains the polarization beam splitter 70, the mirror 72, and the 1 wavelength-plate 74 grade for 2 minutes. When the laser beam entered into the polarization beam splitter 70, while the part was reflected, after the vibrating direction of the electric vector is used only as a horizontal component and total internal reflection is carried out by the mirror 72, the upper surface of the hard disk substrate 12 glares as an s-polarized light beam. The vibrating direction of the electric vector is used only as a vertical component, other parts are given to the 1/2 wavelength plate 74, and 90 degrees of the plane of polarization rotates, and is irradiated with them by the undersurface of the hard disk substrate 12 as an s-polarized light beam while being penetrated.

[0078]Without being because a laser beam being divided using the excimer laser 16 common to both the surfaces and optical system 22 grade of the above hard disk substrates 12, It may be made to irradiate both the surfaces of the hard disk substrate 12 with a laser beam individually by providing the excimer laser 16 and optical system 22 grade individually to each of both surfaces

of the hard disk substrate 12.

[0079]In each above-mentioned embodiment, although it is made to clean over the whole surface of the hard disk substrate 12, the foreign-matter-detection machine for detecting the position etc. to which the foreign matter has adhered, etc. are formed, and it may be made to clean only to the position in which a foreign matter exists.

[0080]Although he is trying to move the hard disk substrate 12 to the optical system 22 and nozzle 36 grade in each above-mentioned embodiment, While forming the hard disk substrate 12 and the spindle motor 34 fixed, it may be made to form the optical system 22 and the nozzle 36 movable to the hard disk substrate 12 by arranging the optical system 22 and nozzle 36 grade to a moving stage, respectively etc.

---

[Translation done.]

---

## CLAIMS

---

[Claim 1]In laser cleaning equipment which irradiates a substrate face with a laser beam and washes said substrate face, The 1st rocket engine jets and the 2nd rocket engine jets which spout compression fluid on a spray square smaller than 90 degrees towards an outer edge of said spot from a position which counters on both sides of a spot of said laser beam formed in said substrate face, Laser cleaning equipment provided with a nozzle which has a suction opening established between said 1st rocket engine jets and said 2nd rocket engine jets.

[Claim 2]The laser cleaning equipment according to claim 1 with which an arranging direction of said 1st rocket engine jets, said suction opening, and said 2nd rocket engine jets and the direction of radiation of said laser beam intersect perpendicularly.

[Claim 3]The laser cleaning equipment according to claim 1 to which an arranging direction of said 1st rocket engine jets, said suction opening, and said 2nd rocket engine jets and the direction of radiation of said laser beam are parallel.

[Claim 4]The laser cleaning equipment according to any one of claims 1 to 3 with which an arranging direction of said 1st rocket engine jets, said suction opening, and said 2nd rocket engine jets and a long side of said spot intersect perpendicularly.

[Claim 5]The laser cleaning equipment according to any one of claims 1 to 4 with which said compression fluid which blew off from said 1st rocket engine jets and said 2nd rocket engine jets is sprayed within the limits of said substrate face.

[Claim 6]When said 1st rocket engine jets and said 2nd rocket engine jets are established in one side which separated from the center of a direction which intersects perpendicularly with the direction of radiation of said laser beam of said suction opening, or the direction of radiation and an end of said substrate face is washed, The laser cleaning equipment according to any one of claims 1 to 5 with which the center of said suction opening is arranged out of the range of said substrate face.

[Claim 7]The laser cleaning equipment according to any one of claims 1 to 6 which made a center position between said 1st rocket engine jets and said 2nd rocket engine jets, and a center position of said spot offset.



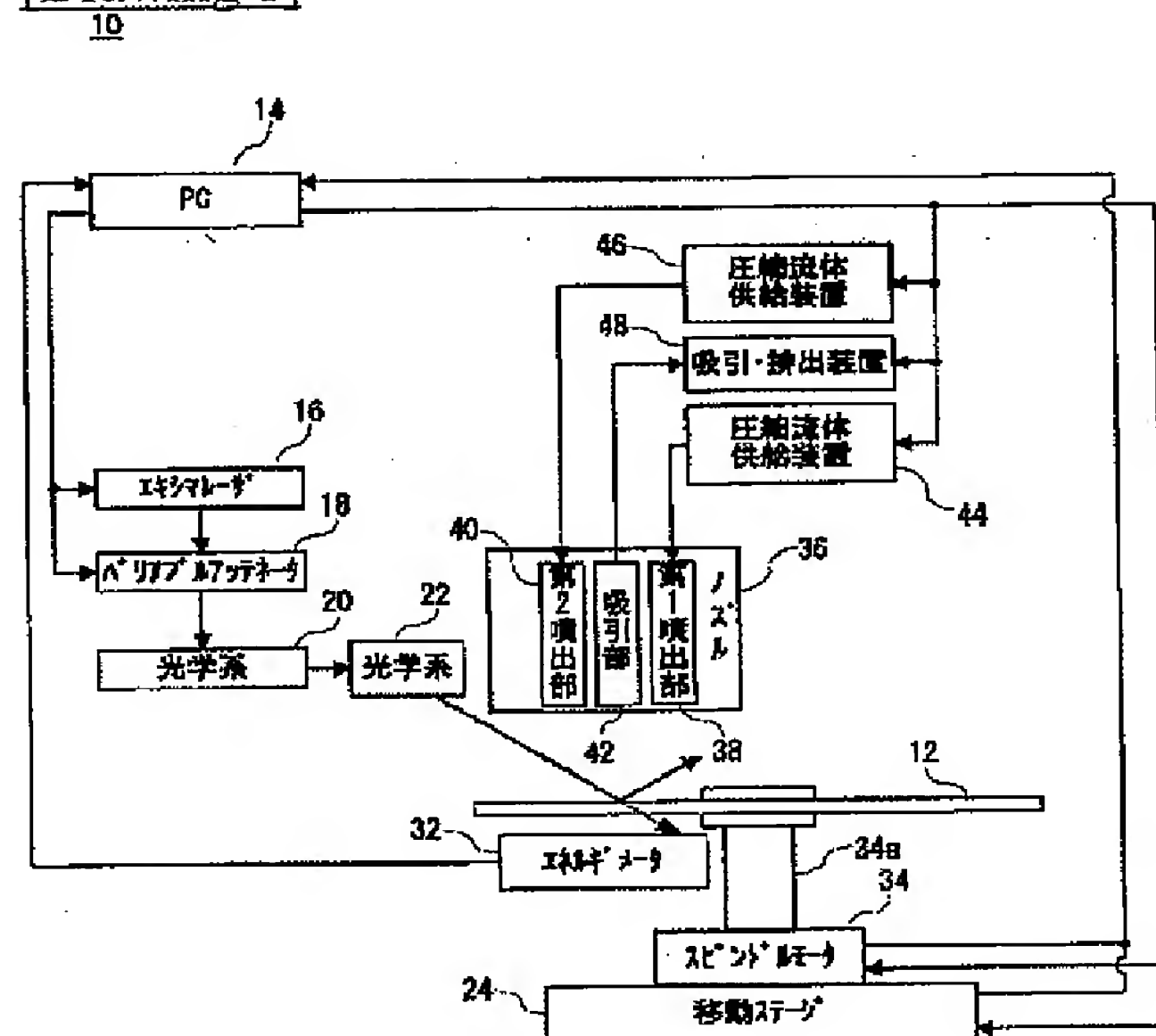
[Claim 8]The laser cleaning equipment according to any one of claims 1 to 7 to which s-polarized light of said laser beam is carried out to said substrate face and which is irradiated aslant.

[Claim 9]The laser cleaning equipment according to any one of claims 1 to 8 with which said laser beam was irradiated by both the surfaces of said substrate, and said nozzle was provided to said each of both surfaces of said substrate.

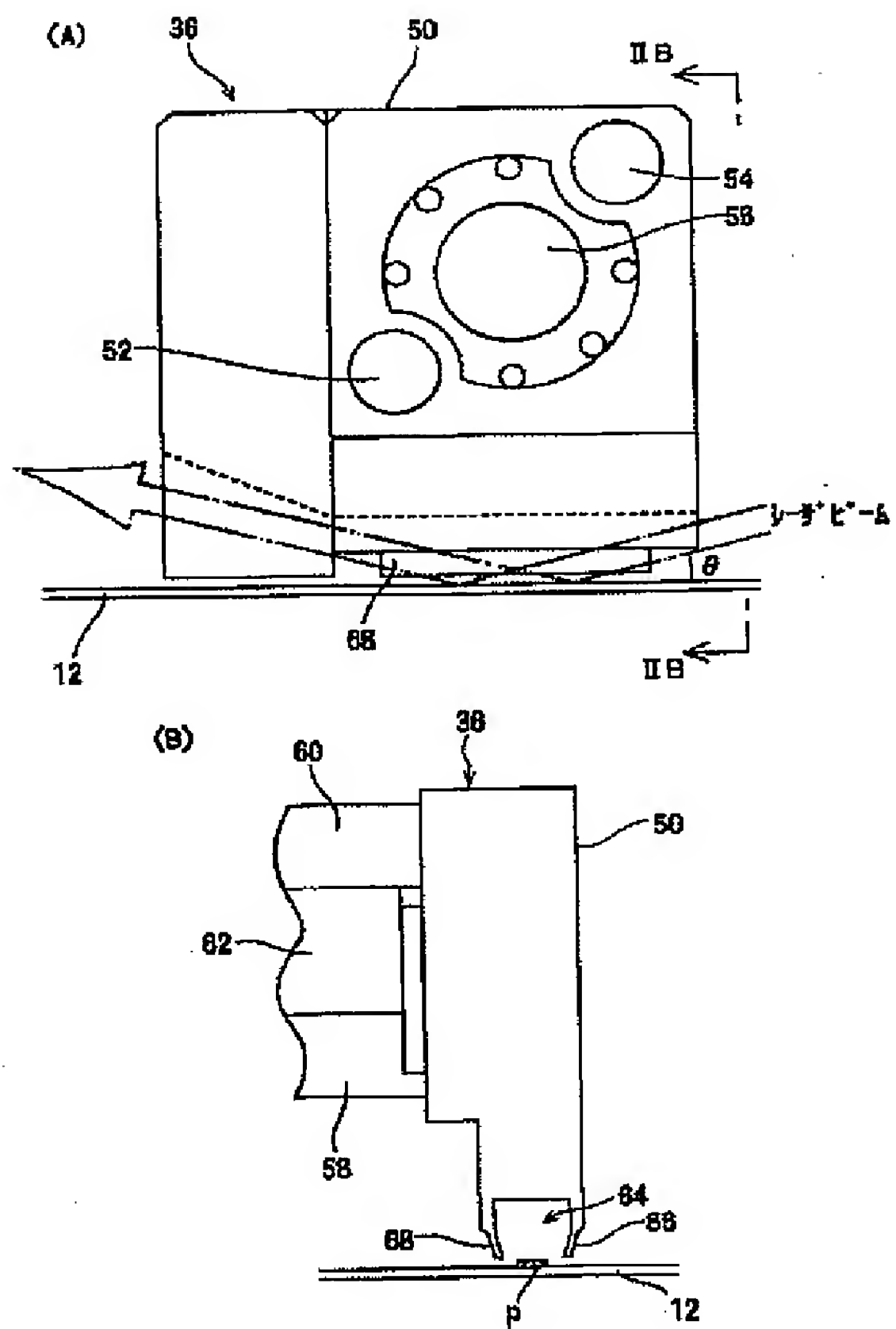
[Claim 10]In a laser cleaning method which irradiates a substrate face with a laser beam and washes said substrate face, Compression fluid is made to blow off from a position which counters on both sides of a spot of said laser beam formed in said substrate face on a spray square smaller than 90 degrees towards an outer edge of said spot, A laser cleaning method attracting said compression fluid which collided each other on the outskirts within said spot.

[Translation done.]

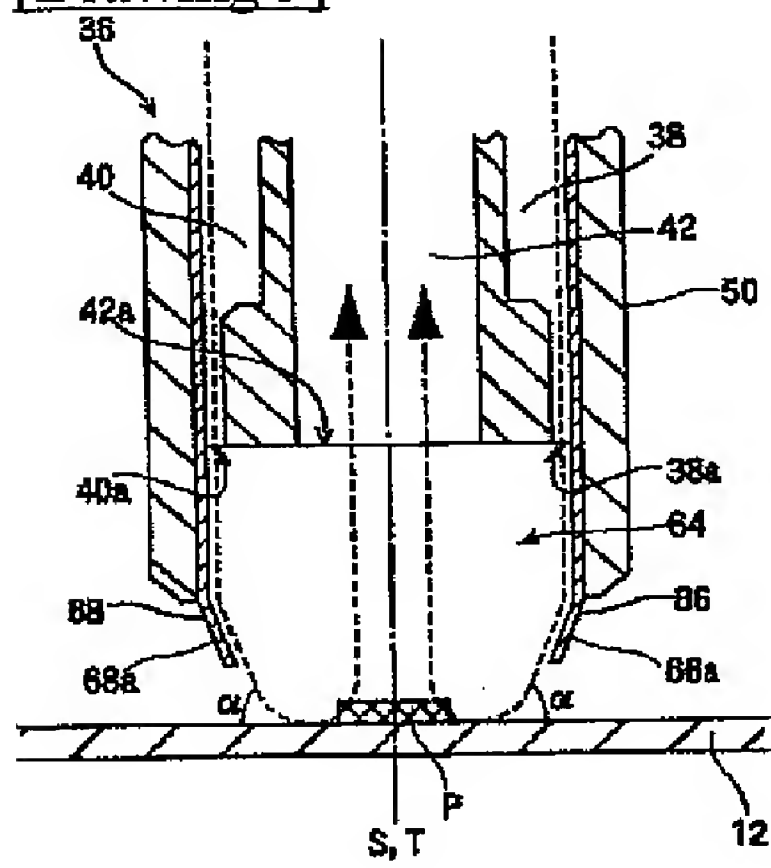
[Drawing 1]



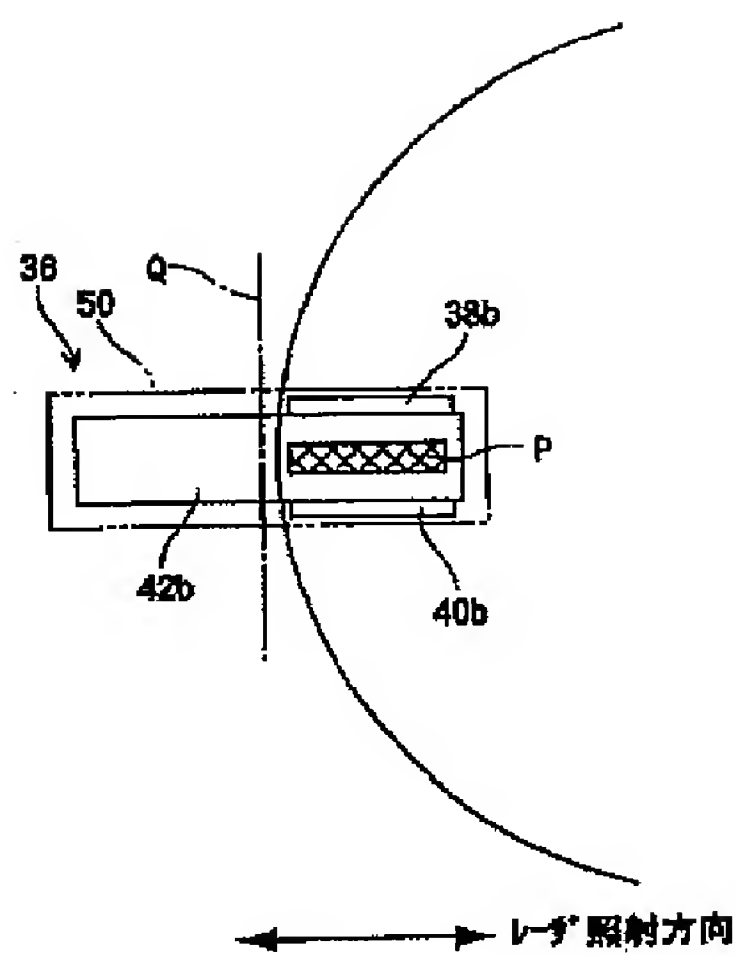
[Drawing 2]



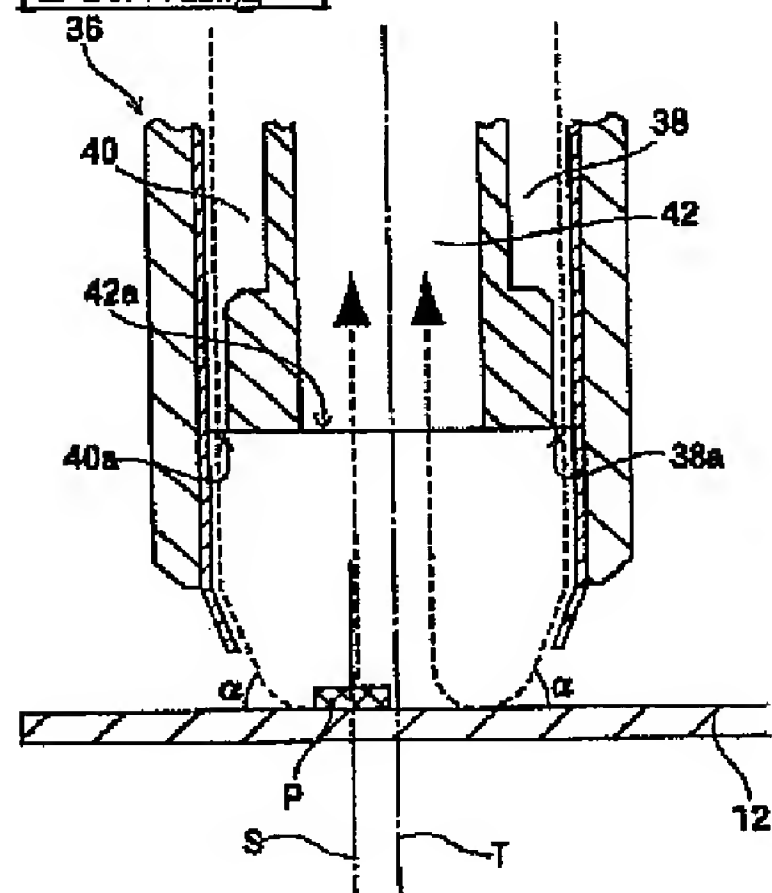
[Drawing 3]



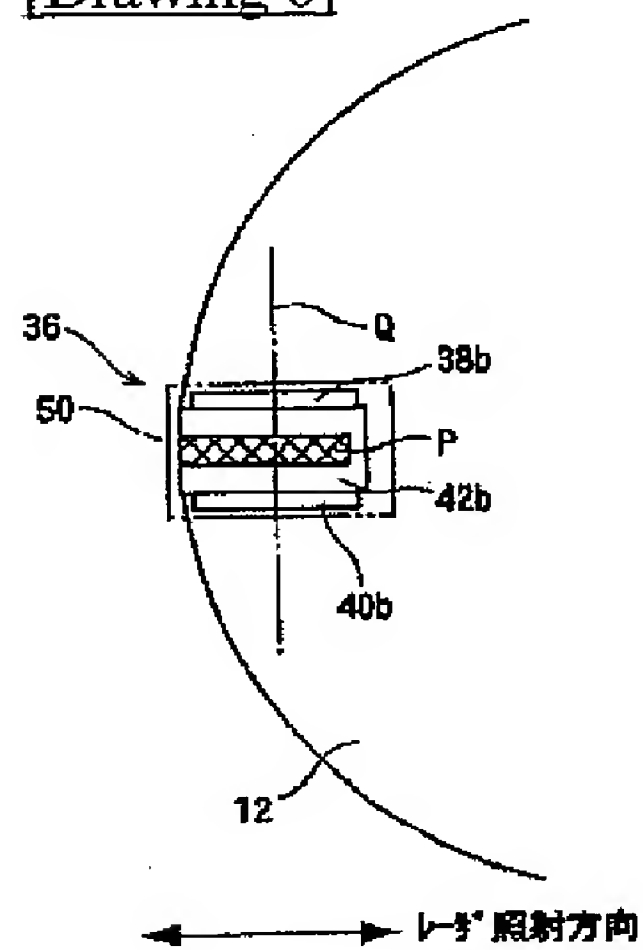
[Drawing 4]



[Drawing 5]



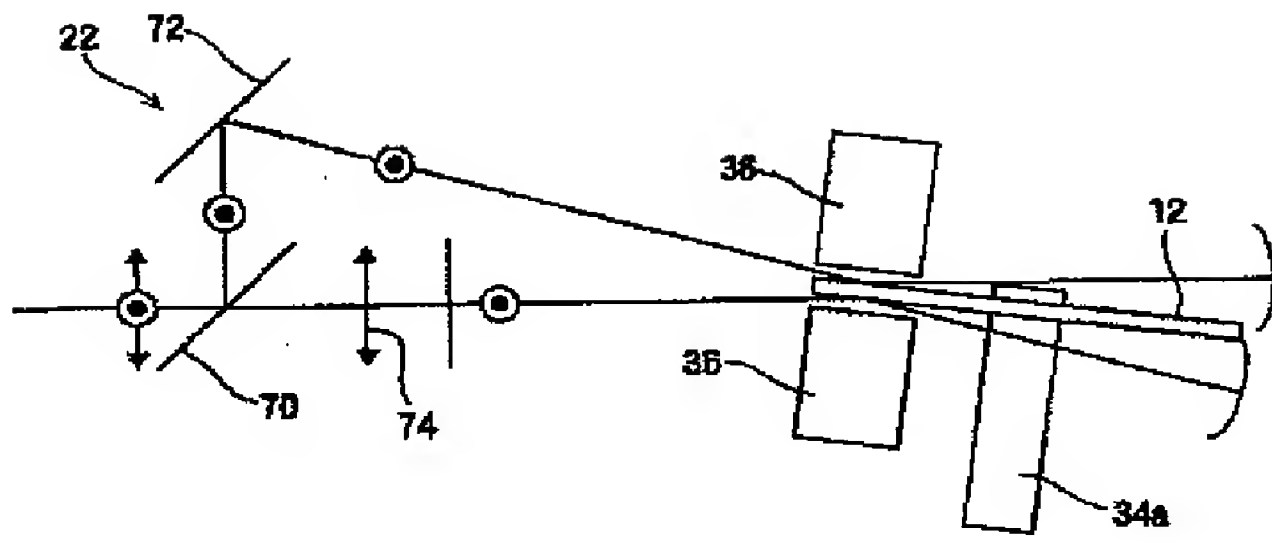
[Drawing 6]



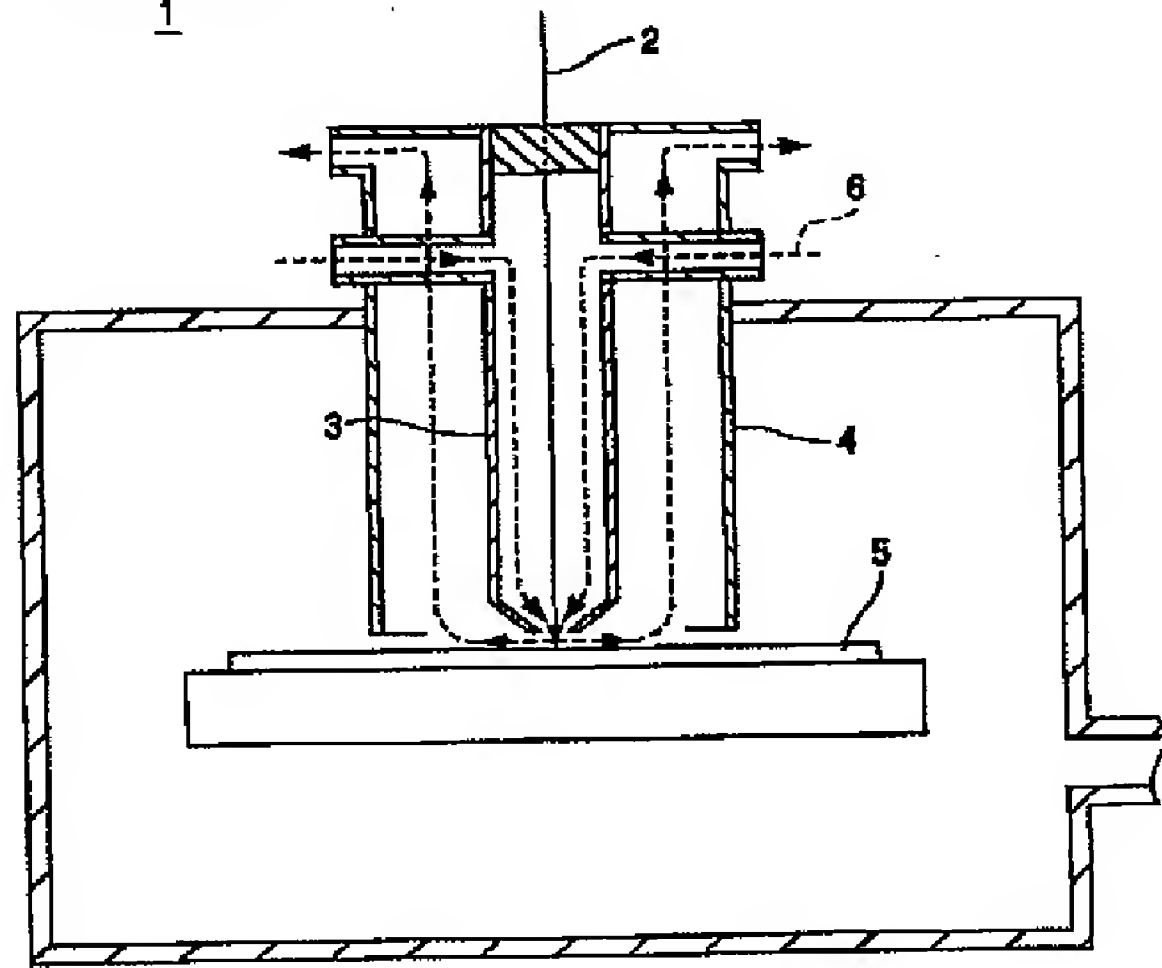
[Drawing 7]







[Drawing 12]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-343761

(P2002-343761A)

(43) 公開日 平成14年11月29日 (2002. 11. 29)

(51) Int. CL <sup>7</sup>	識別記号	F I	7-21-5 <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 21/304	6 4 5 6 4 3	H 0 1 L 21/304	6 4 5 D 3 B 1 1 6 6 4 3 Z
B 0 8 B 5/00 7/00		B 0 8 B 5/00 7/00	A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-146372(P2001-146372)

(22) 出願日 平成13年5月16日 (2001. 5. 16)

(71) 出願人 000001052

株式会社クボタ

大阪府大阪市浪速区豊津東一丁目2番47号

(72) 発明者 前田 誠

兵庫県伊丹市奥畑5丁目10番地 株式会社  
クボタ内

(72) 発明者 小田和 昌宏

兵庫県伊丹市奥畑5丁目10番地 株式会社  
クボタ内

(74) 代理人 100090181

弁理士 山田 義人

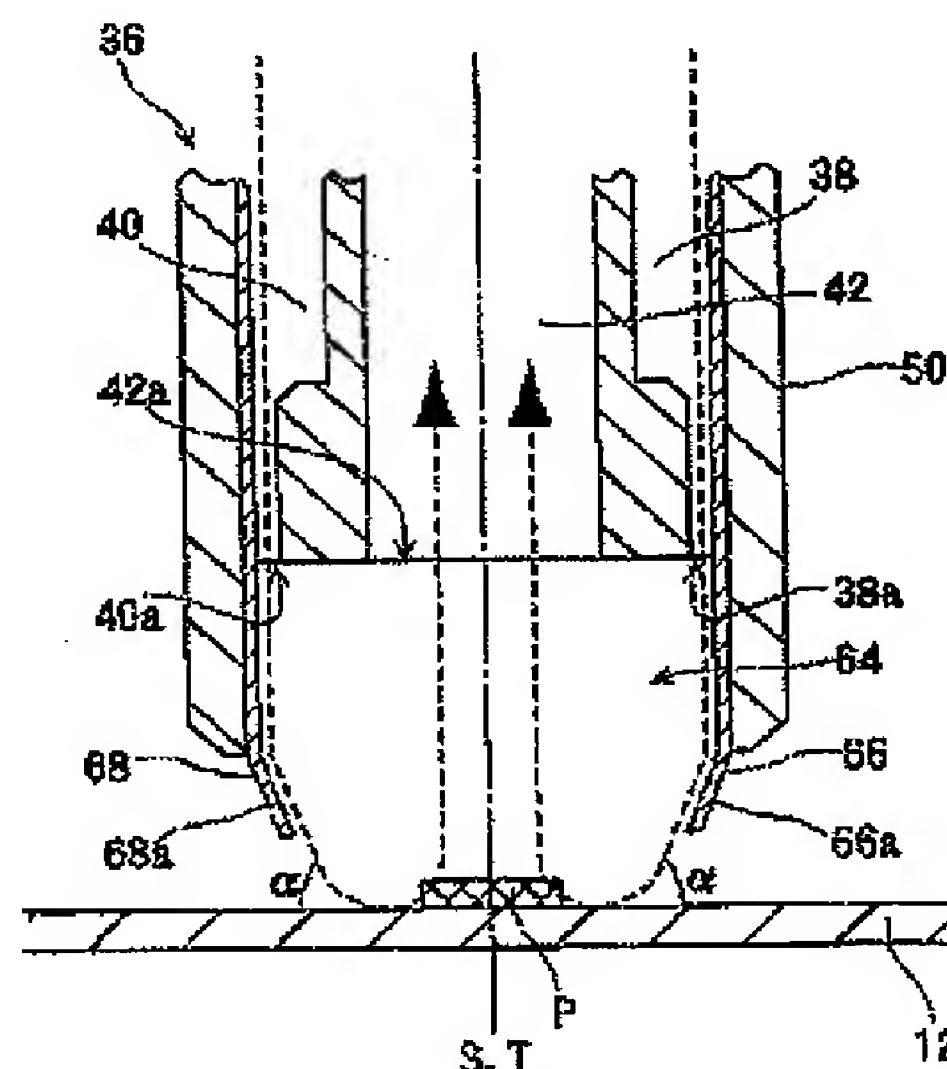
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザクリーニング装置およびレーザクリーニング方法

(57) 【要約】

【構成】 圧縮流体がノズル36の第1噴出口38aおよび第2噴出口40aからスポットPの外縁に向けて噴出され、90度より小さい吹付け角 $\alpha$ で吹き付けられる。各圧縮流体は、スポットPの範囲内を流れて第1噴出口38aおよび第2噴出口40aの間の中心付近で衝突し合う。スポットPの範囲内を流れる圧縮流体は、異物に運動エネルギーを与え、レーザ照射による異物の剥離・浮上に加勢する。そして、剥離・浮上した異物（極小異物を含む。）は、圧縮流体の流れに乗る。衝突し合った圧縮流体の流れの向かう先には吸引口42aが配置されており、したがって、吸引力が作用することとも相まって、圧縮流体とともに異物が吸引口42aに吸引される。

【効果】 異物を確実に除去し、異物の除去率を向上できる。異物の基板表面への再付着を防止でき、しかも極小飛散も防止できる。





(2)

特開2002-343761

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板表面にレーザービームを照射して前記基板表面を洗浄するレーザークリーニング装置において、前記基板表面に形成される前記レーザービームのスポットを繞って対向する位置から前記スポットの外縁に向けて90度より小さい吹付け角で圧縮流体を噴出する第1噴出口および第2噴出口と、前記第1噴出口および前記第2噴出口の間に設けられる吸引口とを有するノズルを備えることを特徴とする、レーザークリーニング装置。

【請求項2】前記第1噴出口、前記吸引口および前記第2噴出口の配列方向と前記レーザービームの照射方向とは直交する、請求項1記載のレーザークリーニング装置。

【請求項3】前記第1噴出口、前記吸引口および前記第2噴出口の配列方向と前記レーザービームの照射方向とは平行する、請求項1記載のレーザークリーニング装置。

【請求項4】前記第1噴出口、前記吸引口および前記第2噴出口の配列方向と前記スポットの長辺とは直交する、請求項1ないし3のいずれかに記載のレーザークリーニング装置。

【請求項5】前記第1噴出口および前記第2噴出口から噴出された前記圧縮流体は前記基板表面の範囲内に吹き付けられる、請求項1ないし4のいずれかに記載のレーザークリーニング装置。

【請求項6】前記第1噴出口および前記第2噴出口は、前記吸引口の前記レーザービームの照射方向または照射方向と直交する方向の中心を外れた一方側に設けられ、前記基板表面の端部を洗浄するとき、前記吸引口の中心は前記基板表面の範囲外に配置される、請求項1ないし5のいずれかに記載のレーザークリーニング装置。

【請求項7】前記第1噴出口および前記第2噴出口の間の中心位置と、前記スポットの中心位置とをオフセットさせた、請求項1ないし6のいずれかに記載のレーザークリーニング装置。

【請求項8】前記レーザービームは前記基板表面に対してs偏光してかつ斜めに照射される、請求項1ないし7のいずれかに記載のレーザークリーニング装置。

【請求項9】前記レーザービームは前記基板の両表面に照射され、前記基板の前記両表面それぞれに対して前記ノズルが設けられた、請求項1ないし8のいずれかに記載のレーザークリーニング装置。

【請求項10】基板表面にレーザービームを照射して前記基板表面を洗浄するレーザークリーニング方法において、前記基板表面に形成される前記レーザービームのスポットを繞って対向する位置から前記スポットの外縁に向けて90度より小さい吹付け角で圧縮流体を噴出させて、前記スポット内および周辺で衝突し合った前記圧縮流体を吸引することを特徴とする、レーザークリーニング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明はレーザークリーニング装

置およびレーザークリーニング方法に関し、特にたとえば、磁気記録基板、磁気記録媒体、半導体ウエハおよび液晶表示器等の製造工程において、クリーニング対象となる基板の表面にレーザービームを照射して基板表面を光学的に洗浄し、異物の基板表面への再付着および微小飛散を防止する、レーザークリーニング装置およびレーザークリーニング方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】この種の従来のレーザークリーニング装置の一例が、平成11年1月12日付けで出願公開された特開平11-6086号公報[C23F4/00、B23K26/14、C23C16/44、H01L21/3065、21/304]に開示されている。このレーザークリーニング装置1は、図12に示すように、レーザー光2の周囲を囲むように設けられるガス吹出筒3およびガス吹出筒3の外周側でこれと二重筒をなす排気筒4を含む。従来技術(特開平11-6086号公報)では、レーザー光2の照射により被処理体(基板)5の表面の不純物(異物)を剥離させるとともに、ガス吹出筒3から基板5の表面のレーザー光照射位置(スポット)等に鉛直方向から不活性ガス6を吹き付け、剥離させた異物をガス6とともに排気筒4から吸引することによって、異物を除去し、被処理体5への異物の再付着を防止するようにしていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】一方、レーザークリーニング技術においては、レーザー照射によって、異物が剥離されるものと異物が粉砕されて微小異物となり飛び散るもの(微小飛散)とがあり、レーザー照射のみではこれらは基板表面に再付着してしまうという問題があった。

【0004】そこで、従来技術では、スポットにガス6を吹き付けてこれを回収することによって異物の再付着を防止するようにしているが、従来技術では、鉛直方向からガス6を吹き付けるようにしていたので、このガス噴流によって、剥離または粉砕されようとする異物が基板5の表面に押え付けられてしまい、剥離されないおそれがあった。また、同様して、一旦剥離または粉砕された異物が基板5の表面に再付着してしまうおそれがあった。さらに、異物の剥離力を向上させるために高速噴出条件でガス6を噴出させた場合には、ハードディスク基板のような比較的小径かつ軽量のものは吹き飛ばされてしまうおそれがあった。

【0005】また、従来技術では、スポットの周囲を囲むようにして排気筒4を設けるようにしているので、基板5の端部をクリーニングする際には、排気筒4の吸引口が基板5の範囲外にはみ出してしまい、吸引性能が悪化して異物の再付着が生じるおそれがあった。

【0006】それゆえに、この発明の主たる目的は、基板表面への異物の再付着を防止でき、しかも微小飛散を防止できる、レーザークリーニング装置およびレーザーク

(3)

特開2002-343761

3

クリーニング方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、基板表面にレーザービームを照射して前記基板表面を洗浄するレーザークリーニング装置において、基板表面に形成されるレーザービームのスポットを挟んで対向する位置からスポットの外縁に向けて90度より小さい吹付け角で圧縮流体を噴出する第1噴出口および第2噴出口と、第1噴出口および第2噴出口の間に設けられる吸引口とを有するノズルを備えることを特徴とする、レーザークリーニング装置である。

【0008】第2の発明は、基板表面にレーザービームを照射して前記基板表面を洗浄するレーザークリーニング方法において、基板表面に形成されるレーザービームのスポットを挟んで対向する位置からスポットの外縁に向けて90度より小さい吹付け角で圧縮流体を噴出させて、スポット内および周辺で衝突し合った圧縮流体を吸引することを特徴とする、レーザークリーニング方法である。

【0009】

【作用】圧縮流体が、スポットを挟んで対向する位置（ノズルの第1噴出口および第2噴出口）からスポットの外縁に向けて90度より小さい吹付け角で噴出される。各圧縮流体は、基板表面に当たると、互いに衝突し合う方向に向きを変え、スポットの範囲内を流れて第1噴出口および第2噴出口の間の中心付近で衝突し合う。このようにスポット内および周辺で衝突し合った圧縮流体の流れは基板表面のほぼ法線方向に向かい、その流れの先には吸引口が設けられる。スポットの範囲内を流れる圧縮流体は、異物に運動エネルギーを与え、レーザー照射による異物の剥離・浮上に加勢し、これを促進させる。そして、剥離・浮上した異物は、圧縮流体の流れに乗る。レーザー照射によって粉砕された異物の粉砕片（極小異物）もまた圧縮流体の流れに乗る。したがって、吸引口からの吸引力が作用することと相まって、圧縮流体とともに異物が吸引口に吸引される。このようにして、噴出された圧縮流体が回収されるとともに異物が除去される。

【0010】たとえば、圧縮流体は基板表面の範囲内に吹き付けられる。この場合、周辺環境に圧縮流体が噴出されることによる周辺環境からの汚染（異物の付着等）が防止される。

【0011】また、第1噴出口および第2噴出口は、吸引口のレーザービームの照射方向または照射方向と直交する方向の中心を外れた一方側に設けられ、基板表面の端部を洗浄するとき、吸引口の中心が基板表面の範囲外に配置されるようにしてもよい。この場合にも、周辺環境からの汚染が防止される。

【0012】さらに、第1噴出口および第2噴出口の間の中心位置と、スポットの中心位置とがオフセットされて配置されるようにしてもよい。この場合には、圧縮流

4

体の衝突し合う第1噴出口および第2噴出口の間の中心位置付近において発生するデッドゾーン（流速がゼロとなっているところ）を避けることができるので、異物が吸引されず再付着してしまうのを防止できる。

【0013】また、レーザービームは基板表面に対してs偏光してかつ斜めに照射される。この場合、基板の表面損傷および性能劣化を回避しつつ、異物の剥離・浮上を効率良く行える。

【0014】さらに、レーザービームが基板の両表面に照射され、基板の両表面それぞれに対してノズルが設けられた場合には、基板の両表面を同時にクリーニングすることができるので、スループットを向上できる。また、基板の両表面に対する圧縮流体の流量バランスをとることで、圧縮流体によって基板が吹き飛ばされる問題を回避できる。

【0015】

【発明の効果】この発明によれば、異物を確実に除去し、異物の除去率を向上することができる。また、異物の基板表面への再付着を防止でき、しかも極小飛散も防止できる。

【0016】この発明の上記の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなる。

【0017】

【実施例】図1に示すこの実施例のクリーニング装置10は、磁気記録基板、磁気記録媒体、半導体ウエハおよび液晶表示器等の製造工程において基板の表面をクリーニングし、異物の基板表面への再付着および極小飛散を防止するものである。以下には、クリーニング装置10をアルミニウムまたはガラス等の主材からなるハードディスク基板12のクリーニングに用いることを前提として説明する。

【0018】ここで、ハードディスク基板12は、磁性材料をスパッタリングする工程の前段階のものであり、その表面は、NiP膜で被覆されてテクスチャ研磨されている。したがって、ハードディスク基板12の表面には、磨方向へ延びる複数の研磨痕が存在しており、研磨層、前洗浄工程での汚染物およびクリーンルーム内の汚染物等の異物（図示せず）が付着している。

【0019】クリーニング装置10（図1）は、パーソナルコンピュータ（以下、「PC」という。）14、エキシマレーザー16、バリアブルアッテネータ18、光学系20および22、移動ステージ24、エネルギーメータ32、スピンドルモータ34ならびにノズル36等を含む。

【0020】この実施例では、ノズル36および光学系22等が所定の位置に固定的に設けられるとともに、ハードディスク基板12が移動ステージ24上のスピンドルモータ34に取り付けられ、ハードディスク基板12はノズル36および光学系22に対して適宜に移動可能

(4)

特開2002-343761

5

にされる。

【0021】移動ステージ24は、一定の軸方向に移動可能な図示しないステージ部分を含む。ステージ部分の移動は、PC14によって制御され、また、その移動位置情報が位置信号としてPC14に与えられる。そして、ステージ部分には、スピンドルモータ34が固定的に設置される。したがって、ステージ部分の移動に伴ってスピンドルモータ34が移動され、ステージ部分の移動位置情報に基づいてスピンドルモータ34の位置が把握され得る。つまり、ステージ部分の移動に伴ってハードディスク基板12が移動され、ステージ部分の移動位置情報に基づいてハードディスク基板12の位置が把握され得る。

【0022】スピンドルモータ34は出力軸34aを含み、出力軸34aの先端部にはハードディスク基板12が略水平に取り付けられる。また、スピンドルモータ34には、図示しないロータリーエンコーダが内蔵され、このロータリーエンコーダによって検出された回転位置情報がPC14へ与えられる。

【0023】スピンドルモータ34の回転速度は、PC14によって50～20,000rpm程度の範囲で制御される。回転制御の方式としては、CAV (Constant Angular Velocity) 制御またはCLV (Constant Linear Velocity) 制御が用いられる。CAV制御によれば、エキシマレーザ16のパルス繰り返し周波数とスピンドルモータ34の回転周波数とを関連付けて制御し易いため、特定の異物を狙ってレーザビームを照射する場合に適し、一方、CLV制御によれば、一定のパルス繰り返し周波数で照射し易いため、ハードディスク基板12の表面に均一にレーザビームを照射する場合に適する。スピンドルモータ34の最大回転速度は、スループットの観点からは速いほど有利であるが、レーザビームの照射位置を制御する観点からはエキシマレーザ16のパルス繰り返し周波数以下であることが望ましい。

【0024】エキシマレーザ16は、たとえば、ランダム偏光のレーザビームを出射するKrFエキシマレーザ発振器（波長：248nm程度、パルス幅：25ns程度）を含み、PC14によって発振のON/OFFが制御され、かつ、パルス繰り返し周波数が切り替えられる。また、エキシマレーザ16は、レーザ密度を制御する制御装置を含み、この制御装置で印加電圧を制御することによって、レーザ出力が調整される。エキシマレーザ16のパルス繰り返し周波数は、たとえば100Hz程度に設定される。

【0025】なお、KrFエキシマレーザ発振器を用いたのは、洗浄に適した高い光子エネルギーをもつこと、発振効率が高いこと、オゾン発生率が低く、光路を窒素パージする必要がないこと、光学素子の透過率が高いこと等の理由によるが、XeClエキシマレーザ発振器（波長：308nm）、ArFエキシマレーザ発振器（波

6

長：193nm）等の他のエキシマレーザ発振器、または、固体レーザ発振器、半導体レーザ発振器等の他のレーザ発振器を用いてもよい。

【0026】バリアブルアッテネータ18は、エキシマレーザ16から照射されたレーザビームの単位照射面積当たりのレーザ強度すなわちレーザ密度を一定に調整するものであり、PC14の制御によって、その透過率が0～100%の範囲で調整される。ただし、エキシマレーザ16のエネルギー効率の観点から70～100%の透過率で用いることが望ましい。

【0027】光学系20は、バリアブルアッテネータ18から与えられたレーザビームを矩形ビームに整形するとともに、これを偏向するものであり、ミラーおよびビーム整形器等の光学部品を組み合わせることで構成される。この光学系20では、レーザビームを、そのプロファイルが均一なコリメート光にすることが望ましい。

【0028】光学系22は、光学系20から与えられたランダム偏光のレーザビームをハードディスク基板12の上面に対してs偏光するとともに、これをハードディスク基板12の上面に対して斜めにすなわち低い入射角 $\theta$ （たとえば15°以下）で照射するものであり、各種の光学部品によって構成される。

【0029】たとえば、光学系22は、偏光ビームスプリッタ、ミラーおよび2分の1波長板等を含む。ランダム偏光のレーザビームが偏光ビームスプリッタに入射されると、その一部が透過されるとともに、その電気ベクトルの振動方向が水平方向のみにされ、s偏光ビームとしてハードディスク基板12の上面に照射される。また、入射角および照射エネルギー密度は、適切なクリーニング効果を得るために、すなわち、表面損傷を生じないこと、異物を除去できること、記録再生特性を確保できること等を達成するために、適宜な値に設定される。s偏光かつ低い入射角でレーザビームを照射することによって、たとえば、基板表面でのエネルギー反射率が大きくなるため、基板へのエネルギー吸収を抑えるとともに反射光の間接照射で異物への照射量を増大でき、またs偏光の振動エネルギーが異物に有効に作用する等、異物の除去（削離・浮上）に有利な作用効果が得られる。このようにして、基板表面の損傷および性能劣化を回避しつつ異物が基板表面から削離・浮上されて除去される。

【0030】なお、レーザビームの照射方向は、ハードディスク基板12の表面の周方向に形成された研磨溝内の異物に対しても十分にレーザビームが照射されるように、径線方向であることが望ましい。

【0031】また、偏光ビームスプリッタに代えてプレートポラライザ等を用いてもよく、または直線偏光特性を有するレーザビームを用いる場合には、これを無偏光ビームスプリッタで分割するようにしてもよい。このような光学系22の構成や入射角および照射エネルギー密度



(5)

特開2002-343761

7

の設定ならびにs偏光低角度入射の特性等については、本願出願人が先に出願した特願平11-248211号に詳述されているので参照されたい。

【0032】エネルギーメータ32は、ハードディスク基板12を取り外した際に、光学系22から照射されるレーザービーム（図1中の破線）のレーザー密度を直接検出するものであり、光学系22の下方に配置される。そして、エネルギーメータ32で検出されたレーザー密度信号がPC14に与えられ、このレーザー密度信号に基づいてレーザー密度が微調整される。つまり、ハードディスク基板12に照射されるレーザー密度は、予め設定された目標レーザー密度に基づいてエキシマレーザー16への印加電圧を制御することにより相調整され、エネルギーメータ32からのレーザー密度信号（実測値）をフィードバック信号として用いてバリアブルアッテネータ18を制御することにより微調整される。したがって、ハードディスク基板12に照射されるレーザー密度は一定に維持される。

【0033】ノズル36は、レーザー照射による異物の剝離・浮上に圧縮流体を噴出することによって加勢するとともに、圧縮流体および異物を吸引して排出するためのものであり、第1噴出部38、第2噴出部40および吸引部42を含む。

【0034】第1噴出部38および第2噴出部40には圧縮流体供給装置44および46がそれぞれ接続され、吸引部42には吸引・排出装置48が接続される。圧縮流体供給装置44および46は、それぞれPC14によって制御されて第1噴出部38および第2噴出部40に不活性ガス等の圧縮流体を送り込み、吸引・排出装置48は、PC14によって制御されて吸引部42から圧縮流体および異物を吸引して排出する。

【0035】具体的には、第1噴出部38、第2噴出部40および吸引部42は、図3に示すように、ノズル36のたとえば略直方体状等の本体50内に別個の通路としてそれぞれ形成される。本体50には、図2(A)および(B)に示すように、第1噴出部38と連通する接続口52、第2噴出部40と連通する接続口54および吸引部40と連通する接続口56が設けられており、接続口52および54には圧縮流体供給装置44および46から延びる管58および60が接続され、接続口56には吸引・排出装置48から延びる管62が接続される。

【0036】また、第1噴出部38、第2噴出部40および吸引部42は、それぞれ第1噴出口38a、第2噴出口40aおよび吸引口42aを含む。図3に示すように、ハードディスク基板12の表面に臨むノズル36の下端部では、第1噴出部38と第2噴出部40とが間隔を隔てて設けられ、第1噴出部38と第2噴出部40との間に、これらと隣接して吸引部42が設けられる。そして、第1噴出部38、第2噴出部40および吸引部42の下端には、それぞれ、たとえば略矩形状等の第1噴

8

出口38a、第2噴出口40aおよび吸引口42aが形成される。このように、第1噴出口38a、吸引口42aおよび第2噴出口40aは、一直線上にこの順に隣接して配列されたサンドイッチ構造をなす。

【0037】第1噴出口38aおよび第2噴出口40aの配置およびサイズならびに噴出される圧縮流体の流量等は、レーザービームの照射によってハードディスク基板12表面上に形成されるスポット（レーザービーム照射位置）Pにおける異物の剝離・浮上に的確に加勢できるように適宜に設定され、吸引口42aの配置およびサイズならびに吸引力等は、圧縮流体および異物等を確実に吸引できるように適宜に設定される。

【0038】この実施例では、ノズル36は、図2～図4から分かるように、ハードディスク基板12の表面と所定の間隔を隔て、かつ、スポットPの上方に位置するようにして固定的に配置される。

【0039】ノズル36は、レーザービーム照射方向との関係では、第1噴出口38a、吸引口42aおよび第2噴出口40aの配列方向とレーザービーム照射方向とが直交するように配置される。なお、このように配置されるノズル36を第1の実施例ともいう。また、レーザービームは照射方向に長い矩形状に整形されており、ノズル36は、スポットPの形状・寸法との関係では、第1噴出口38a、吸引口42aおよび第2噴出口40aの配列方向とスポットPの長辺（長径）とが直交するように配置される。また、圧縮流体の噴出される方向は、レーザービーム照射方向と直交する方向でもあり、スポットPの長辺と直交する方向でもある。

【0040】また、レーザービームが照射方向に長いので、本体50の両側面の下端部の一部は、図2および図3に示すように、レーザービームの入射を遮らずその通路を確保するために切欠かれ、ノズル36の下端部内においては、吸引口42a（図2(A)ではその位置が点線で示される。）とハードディスク基板12の表面との間にレーザービームを通すためのレーザー通過用空間64が設けられる。

【0041】また、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aは、それぞれ圧縮流体に所定の指向性を付与するガイド66および68を含む。つまり、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aには、図3に示すように、第1噴出部38および第2噴出部40内からハードディスク基板12の表面へ向かって連続的に延びるたとえば板状等のガイド66および68が設けられ、ガイド66の先端部66aおよびガイド68の先端部68aは互いに向かい合う方向へ適宜な角度で傾斜される。これによって、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aから噴出される各圧縮流体は、スポットPの外縁に向かう指向性を付与される。

【0042】なお、図2(B)および図3においては、分かり易く示すために、スポットPに厚みを付けて図示



(5)

特開2002-343761

9

している。また、図4はハードディスク基板12の端部をクリーニングする際の状態を示したものであるが、この図4では、スポットPならびに第1噴出口38a、第2噴出口40aおよび吸引口42aをハードディスク基板12表面上へ投影した領域38b、40bおよび42b等が、分かり易くするために、やや誇張かつ簡略化されて示されている。

【0043】図3および図4からよく分かるように、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aは吸引口42aのレーザ照射方向の中心位置（図4中の一点鎖線Q）を外れた一方側に設けられる。第1噴出口38aと第2噴出口40aとの間隔は、スポットPの幅方向（レーザビーム照射方向の直交方向）のサイズより大きく設定される（たとえば30mm程度）。第1噴出口38aおよび第2噴出口40aのレーザ照射方向の長さは、スポットPのレーザ照射方向のサイズとほぼ同じか大きく設定される（たとえば70mm程度）。

【0044】ノズル36は、図4からわかるように、吸引口42aがスポットPに対向するとともに、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aの間にスポットPが収まるようにして配置され、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aはスポットPを挟んで対向する。そして、クリーニング時には、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aから噴出される圧縮流体は、たとえば図3において点線で示すように流れる。つまり、各圧縮流体は、ガイド66の先端部66aおよびガイド68の先端部68aで所定の指向性を付与されることにより、スポットPの外縁に90度より小さい吹付け角 $\alpha$ で吹き付けられる。

【0045】なお、圧縮流体は一定の広がり角（20°程度）をもって噴出されるため、ガイド66および68がスポットPの外縁に向けて設定されていても、直接スポットPの範囲内に吹き付けられる流体も僅かに存在するであろうが、これによる異物除去への悪影響は軽微なものである。しかしながら、噴出された圧縮流体の全てがスポットPの外縁などその範囲外に吹き付けられるのが望ましい。

【0046】また、圧縮流体は、たとえば第1噴出口38aおよび第2噴出口40aをハードディスク基板12の範囲内に配置すること等によって、ハードディスク基板12の範囲内に吹き付けられる。したがって、圧縮流体がハードディスク基板12の範囲外に噴出されないで、周辺環境が乱されず、そこに含まれる異物がハードディスク基板12の表面上に舞い上がって付着するような周辺環境からの汚染が防止される。

【0047】各圧縮流体は、ハードディスク基板12に当たると、互いに近づく方向に向きを変え、スポットPの範囲内を流れて第1噴出口38aおよび第2噴出口40aの間の中心位置付近（この実施例では、スポットPの範囲内）で衝突し合う。

10

【0048】スポットPの範囲内を流れる圧縮流体は、異物に運動エネルギーを与え、レーザ照射による異物の剥離・浮上に加勢し、これを促進させる。そして、レーザ照射および圧縮流体の加勢によってハードディスク基板12表面から剥離・浮上した異物は圧縮流体の流れに乗る。また、異物がレーザ照射によって粉砕されて粉砕片（微小異物）になったとしても、各圧縮流体がスポットPの外縁から第1噴出口38aおよび第2噴出口40aの間の中心位置へ向けて互いに衝突し合うように流れているため、微小異物も圧縮流体の流れに乗る、その飛散が抑制されると考えられる。

【0049】そして、スポットP内および周辺で衝突し合った圧縮流体の流れの方向は、ハードディスク基板12の表面のほぼ法線方向（脱膜方向）に変えられ、その流れの先には吸引口42aが配置されている。したがって、吸引部42からの吸引力が作用することと相まって、圧縮流体とともに異物等が吸引口42aから吸引部42内に吸引される。このようにして、噴出した圧縮流体とともに異物が除去される。

【0050】また、圧縮流体には、圧縮流体供給装置44および46または圧縮流体供給装置44および46とノズル36との間の管路途中等に、たとえば超音波発生器を設けること等によって、同波数成分を持たせるようにしてもよい。この場合には、異物にさらに大きな運動エネルギーを付与することができるので、異物の剥離・浮上がより促進される。

【0051】また、クリーニング装置10の全体またはハードディスク基板12の周辺部分をクリーンルームに配置する場合には、クリーンルームのエア供給源にHEPA（High Efficiency Particulate Air）フィルタを設けることにより、高度に清浄な環境を得ることができる。なお、HEPAフィルタは、グラスウールを主材として構成されたガスフィルタであり、慣性、拡散および衝突の3つの原理を用いて粒子を捕集するものである。

【0052】このクリーニング装置10を用いたクリーニング工程では、まず、圧縮流体供給装置44および46ならびに吸引・排気装置48が作動され、スピンドルモータ34でハードディスク基板12が回転され、その状態で、移動ステージ24によって、ハードディスク基板12はノズル36およびレーザ照射位置に配置される。そして、エキシマレーザ16がONされ、回転および移動を繰り返しながらハードディスク基板12の表面全体に対してレーザ照射が行われる。このようにして、ハードディスク基板12の表面から剥離・浮上された異物が圧縮流体とともに吸引口42aから吸引されて除去される。

【0053】また、ハードディスク基板12の端部を洗浄する際には、図4に示すように、吸引口42aの中心Qがハードディスク基板12の範囲外に位置するようにして配置される。このようにすると、吸引によってハー

(7)

特開2002-343761

11

ドディスク基板12の範囲外からハードディスク基板12の範囲内に向かって流れが発生して周辺環境に含まれる異物がハードディスク基板12の表面に付着してしまうおそれがない。つまり、周辺環境からの汚染を防止できる。

【0054】なお、このクリーニング工程の前に、予め超音波振動エア洗浄もしくは水洗浄等の除去工程等を設けるようにしてもよい。

【0055】この実施例によれば、異物を確実に除去し、異物の除去率を向上することができる。また、異物のハードディスク基板12への再付着を防止でき、しかも塵小飛散も防止できる。

【0056】また、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aから噴出した圧縮流体を吸引口42aに回収するようにしているため、周辺雰囲気汚染の発生を抑制することができる。したがって、周辺雰囲気汚染の維持・回復等に時間がかからず、高効率処理が可能となり、生産性を向上できる。

【0057】また、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aの間に吸引口42aを隣接配置するようにしたので、ノズル36を小型化・軽量化でき、したがって、磁気記録媒体(基板)等の比較的小さい基板の洗浄にも適用することができる。

【0058】なお、上述の実施例では、ノズル36とスポットPとは、たとえば図3に示すように第1噴出口38aおよび第2噴出口40aの間の中心位置TとスポットPの幅方向の中心位置Sとがほぼ一致するようにして配置されているが、これらは、たとえば図5に示すように、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aの間の中心位置Tと、スポットPの中心位置Sとがオフセットされて配置されるようにしてもよい。圧縮流体の衝突し合う第1噴出口38aおよび第2噴出口40aの間の中心位置T付近においては、圧縮流体の流速がゼロとなっており、このデッドゾーンにおいては、圧縮流体の噴出が無いことと同じ状態となっているため、異物の再付着が起こってしまう。したがって、異物の剥離・浮上または紛散が生じるスポットPが第1噴出口38aおよび第2噴出口40aの間の中心位置T付近のデッドゾーンに入らないように配置する。あるいは少なくともスポットPの中心位置Sと第1噴出口38aおよび第2噴出口40aの間の中心位置Tとをオフセットすることによって、スポットPの範囲内では圧縮流体が必ず流れているようにすることができ、デッドゾーンによる異物の再付着を防止できる。

【0059】また、上述の各実施例では、周辺環境からの汚染を防止するために、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aを吸引口42aのレーザー照射方向の中心位置Qを外れた一方側に設け、ハードディスク基板12の端部を洗浄する際に、吸引口42aの中心Qをハードデ

12

ィスク基板12の範囲外に配置するようにしているが、周辺環境の雰囲気汚染の発生をさらに高度に確保できる場合には、周辺環境からの汚染が生じるおそれがないので、端部洗浄の際にも吸引口42aの中心位置Qをハードディスク基板12の範囲内に配置するようにしてもよい。さらに、図6に示すように、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aを吸引口42aの中心位置Qを外れずに設けるようにしてもよい。さらにまた、圧縮流体はハードディスク基板12の範囲外にも噴出されてもよい。

【0060】また、上述の各実施例では、ノズル36の第1噴出口38a、吸引口42aおよび第2噴出口40aの配列方向とレーザービーム照射方向とが直交するようにしているが、第1噴出口38a、吸引口42aおよび第2噴出口40aの配列方向とレーザービーム照射方向とが平行するようにしてもよい。この場合には、たとえば図7に示すような他の実施例のノズル36(第2の実施例)が適用される。

【0061】第2の実施例のノズル36(図7)は、主として下端部の構成が異なる以外は図2の実施例のノズル36と同様にして構成されるので、重複した説明は省略する。第2の実施例では、レーザービームは、図8に示すように、レーザービーム照射方向と直交する方向(幅方向)の長さが長い矩形形状に整形されている。そして、第2の実施例では、第1の実施例のようなレーザー通過空間は設けられず、ノズル36は、ハードディスク基板12の表面に近接(2mm以下程度)して配置され、レーザービームはノズル36の下端面とハードディスク基板12の表面との間を通過する。また、所定入射角 $\theta$ のレーザービームの入射を遮らないために、本体50の両側面(レーザービーム照射方向に直交する面)の下端部は、たとえば先細りテーパ状に形成される。また、第2の実施例においても、第1噴出口38a、吸引口42aおよび第2噴出口40aの配列方向とスポットPの長さ(長径)とは直交する。

【0062】なお、図8においても、スポットPならびに第1噴出口38a、第2噴出口40aおよび吸引口42aをハードディスク基板12表面上へ投影した領域38b、40bおよび42b等が、分かり易くするために、やや誇張かつ簡略化されて示されている。

【0063】図7に戻って、第1噴出口38、第2噴出口40および吸引部42は、ノズル36の下端まで延びて設けられ、第1噴出口38a、第2噴出口40aおよび吸引口42aは、ノズル36の下端面に形成される。そして、第1噴出口38aに到る先端部の通路38cと、第2噴出口40aに到る先端部の通路40cとは、互いに向かい合う方向へ適宜な角度で傾斜される。これによって、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aから噴出される各圧縮流体は、スポットPの外縁に向かう指向性を付与される。

(8)

特開2002-343761

13

【0064】また、図7および図8からよく分かるように、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aは吸引口42aの幅方向の中心位置（図8中の一点鎖線Q'）を外れた一方側に設けられる。第1噴出口38aと第2噴出口40aとの間隔は、スポットPのレーザビーム照射方向のサイズより大きく設定され（たとえば30mm程度）、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aの幅方向（レーザビーム照射方向と直交する方向）の長さは、スポットPの幅方向のサイズとはほぼ同じか大きく設定される（たとえば50mm程度）。

【0065】ノズル36は、図8に示すように、吸引口42aがスポットPに対向するとともに、噴出口38aおよび噴出口40aの間にスポットPが収まるようにして配置され、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aはスポットPを挟んで対向する。そして、クリーニング時には、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aから噴出される圧縮流体は、図7において点線で示すように流れる。つまり、各圧縮流体は、通路38cおよび40cで所定の指向性を付与され、スポットPの外縁に90度より小さい吹付け角 $\alpha$ で吹き付けられる。また、圧縮流体の噴出される方向は、レーザビーム照射方向と平行する方向でもあり、スポットPの長辺と直交する方向でもある。

【0066】そして、各圧縮流体は、第1の実施例と同様にして、異物の剝離・浮上に加勢し、異物とともに吸引部42に吸引される。ただし、第1噴出口38a、第2噴出口40aおよび吸引口42aがハードディスク基板12の表面により近接しているため、圧縮流体の吹き付け効果および吸引力等が向上される。

【0067】この他の実施例によっても、より確実に異物を除去でき、異物の除去率をさらに向上することができ、また、異物のハードディスク基板12への再付着をより一層防止でき、しかも極小飛散もより一層防止できる。

【0068】また、この他の実施例でも、ハードディスク基板12の端部を洗浄する際には、図8に示すように、吸引口42aの中心Q'がハードディスク基板12の範囲外に位置するようにして配置される。したがって \*

14

\*で、第1の実施例の場合と同様に、周辺環境からの汚染を防止できる。

【0069】さらに、この他の実施例でも、第1の実施例と同様にして、たとえば図9に示すように、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aの間の中心位置Tと、スポットPの中心位置Sとをオフセットして配置するようにしてもよい。

【0070】さらにまた、第1の実施例と同様に、周辺環境からの汚染が生じ得ないような清浄度を確保できる場合には、端部洗浄の際にも吸引口42aの中心位置Q'をハードディスク基板12の範囲内に配置するようにしてもよい。また、図10に示すように、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aを吸引口42aの中心位置Q'を外れずに設けるようにしてもよい。さらに、圧縮流体はハードディスク基板12の範囲外にも噴出されてもよい。

【0071】発明者等は、第1および第2の実施例のクリーニング装置による異物除去効果を検証するために実験を行い、その結果を表1に示した。なお、表1においては、第1の実施例（図3）は、ノズル36の第1噴出口38a、第2噴出口40aおよび吸引口42aが基板12の表面とやや間隔を隔てて配置されるため、「遠隔ノズル」として示され、第2の実施例（図7）は、ノズル36の第1噴出口38a、第2噴出口40aおよび吸引口42aが基板12の表面と近接して配置されるため、「近接ノズル」として示される。遠隔ノズル（第1の実施例）では、第1噴出口38および第2噴出口40からそれぞれ65Nl（normal liter）/minで圧縮流体を噴出するとともに、吸引部42から300Nl/minで吸引した。近接ノズル（第2の実施例）では、第1噴出口38および第2噴出口40からそれぞれ40Nl/minで圧縮流体を噴出するとともに、吸引部42から150Nl/minで吸引した。また、比較例として、300Nl/minで吸引のみを施したものも示す。

【0072】

【表1】

		遠隔ノズル		近接ノズル		比較例（吸引のみ）	
異物除去率		37/48	77.1%	76/93	81.8%	128/180	71.1%
極小飛散	有	1/13	7.7%	1/20	5.0%	6/21	28.6%
	軽微	6/13	38.5%	4/20	20.0%	8/21	38.1%
	無	7/13	53.8%	15/20	75.0%	7/21	33.3%

【0073】異物除去率では、（除去できた異物数/全異物数）を複数の試料基板についてまとめた結果が示されている。第1および第2の実施例によれば、比較例に比べて異物除去効果をおよそ1割程度向上できることがわかる。また、極小飛散では、（洗浄後の極小飛散の程

度（有、軽微、無）によって分類した試料基板数/全試料基板数）が示されている。第1および第2の実施例のいずれによっても、比較例と比べて、極小飛散が明確に観測される「有」の割合が激減し、極小飛散が極わずかに観測される「軽微」と極小飛散が全く観測されない



(9)

特開2002-343761

15

「塵」の割合が増加しており、極小飛散防止効果が得られることがわかる。特に、第2の実施例によれば、75%もの試料において極小飛散が観測されないという結果が得られた。

【0074】なお、上述の各実施例では、第1噴出口38および第2噴出口40に、圧縮流体をそれぞれ別個の圧縮流体供給装置44および46から別々に供給するようにしているが、これは、第1噴出口38aおよび第2噴出口40aから噴出される圧縮流体を個別に調整して、除去率および極小飛散抑制力を向上させるためである。したがって、場合によっては、これらには圧縮流体を1つの圧縮流体供給装置から供給するようにしてもよい。また、このような場合には、第1噴出口38および第2噴出口40は、1つの接続口から開始される1つの通路がノズル36内で2つに分岐された通路等によって構成されてもよい。

【0075】また、レーザビームを複数に分割してハードディスク基板12の表面の複数箇所に照射し、かつ、複数のノズル36をそれらスポットPに対して設けるようにしてもよい。この場合には、各ノズル36でハードディスク基板12の表面領域を分担して複数領域を同時にクリーニングすることができるので、スループットを向上できる。

【0076】さらにまた、上述の各実施例では、ハードディスク基板12の一方の表面をクリーニングするようにしているが、たとえば図11に示すように、レーザビームをハードディスク基板12の両方（上下）の表面に照射し、かつ、両表面それぞれに対してノズル36を設けることによって、ハードディスク基板12の両表面を同時にクリーニングするようにしてもよい。この場合は、ハードディスク基板12の上下面を反転させる工程が省略でき、スループットを向上できる。また、ハードディスク基板12の両表面に対する圧縮流体の流量バランスをとることで、圧縮流体によってハードディスク基板12が吹き飛ばされる問題を回避できる。なお、この場合には、上下面用の各ノズル36から噴出される圧縮流体が衝突し合わないよう、圧縮流体をハードディスク基板12の範囲内に吹き付けるようにするのが望ましい。

【0077】たとえば、図11に示すように、2つのノズル36がハードディスク基板12の上下面のスポットPに対してそれぞれ所定の位置に配置され、レーザビームは、2分割されてハードディスク基板12の両表面に照射される。図11に示す光学系22は、偏光ビームスプリッタ70、ミラー72および2分の1波長板74等を含む。レーザビームが偏光ビームスプリッタ70へ入射されると、その一部が反射されるとともに、その電気ベクトルの振動方向が水平成分のみとされ、ミラー72で全反射された後、s偏光ビームとしてハードディスク基板12の上面に照射される。他の一部は、透過される

16

とともに、その電気ベクトルの振動方向が垂直成分のみとされ、2分の1波長板74に与えられ、その偏光面が90°回転されて、s偏光ビームとしてハードディスク基板12の下面に照射される。

【0078】また、上述のようなハードディスク基板12の両表面に共通のエキシマレーザ16および光学系22等を用いてレーザビームを分割することによらずに、ハードディスク基板12の両表面それぞれに対して個別にエキシマレーザ16および光学系22等を設けることにより、レーザビームをハードディスク基板12の両表面に個別に照射するようにしてもよい。

【0079】また、上述の各実施例では、ハードディスク基板12の表面全体にわたってクリーニングをするようにしているが、異物の付着している位置等を検出するための異物検出器等を設けて、異物の存在する位置に対してのみクリーニングをするようにしてもよい。

【0080】さらに、上述の各実施例では、光学系22およびノズル36等に対してハードディスク基板12を移動させるようにしているが、ハードディスク基板12およびスピンドルモータ34を固定的に設けるとともに光学系22およびノズル36等をそれぞれ移動ステージに配置すること等によって、光学系22およびノズル36をハードディスク基板12に対して移動可能に設けるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例のクリーニング装置を示す図解図である。

【図2】図1実施例に適用されるノズル（第1の実施例）を示す図解図である。

【図3】図2実施例のノズルを用いたクリーニング時の状態を示す図解図である。

【図4】図2実施例のノズルを用いて基板の端部をクリーニングする際の状態を示す図解図である。

【図5】図2実施例のノズルを用いたクリーニング時の状態の変形例を示す図解図である。

【図6】図2実施例のノズルの変形例を示す図解図である。

【図7】他の実施例（第2の実施例）のノズルを用いたクリーニング時の状態を示す図解図である。

【図8】図7実施例のノズルを用いて基板の端部をクリーニングする際の状態を示す図解図である。

【図9】図7実施例のノズルを用いたクリーニング時の状態の変形例を示す図解図である。

【図10】図7実施例のノズルの変形例を示す図解図である。

【図11】図1実施例の変形例（基板の両表面をクリーニングする一例）を示す図解図である。

【図12】従来技術を示す図解図である。

【符号の説明】

10 …レーザクリーニング装置

(10)

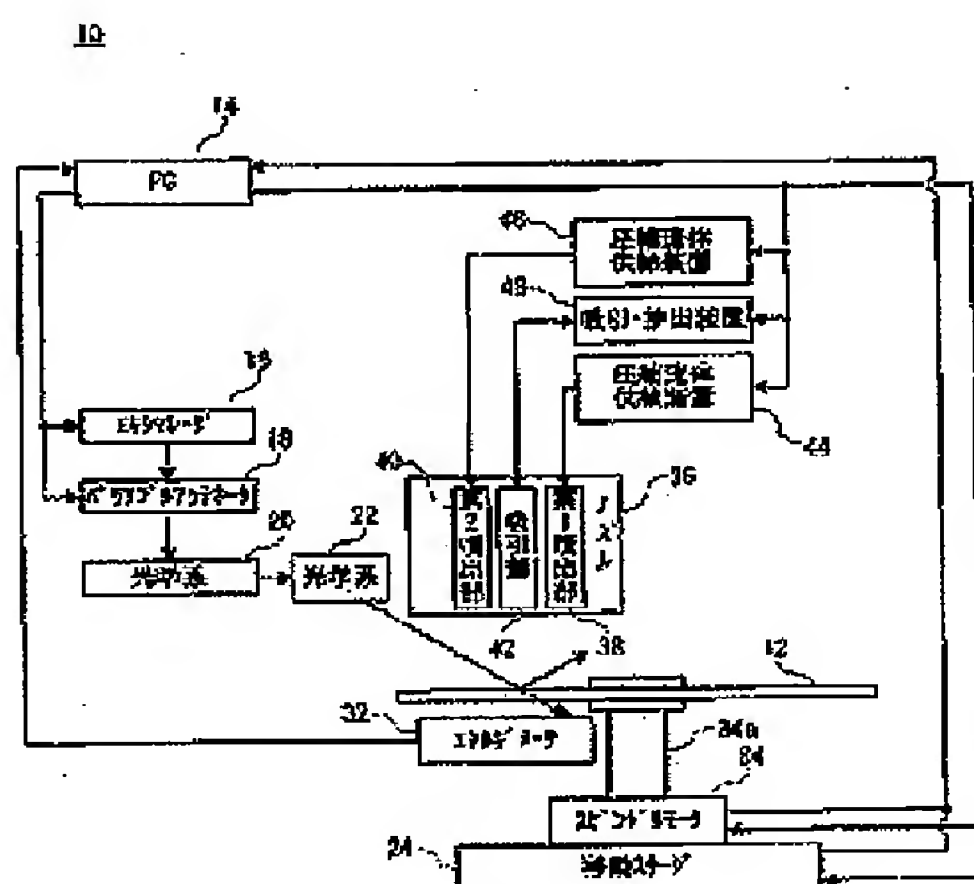
特開2002-343761

12 ...ハードディスク基板(基板)  
36 ...ノズル  
38a ...第1噴出口  
40a ...第2噴出口

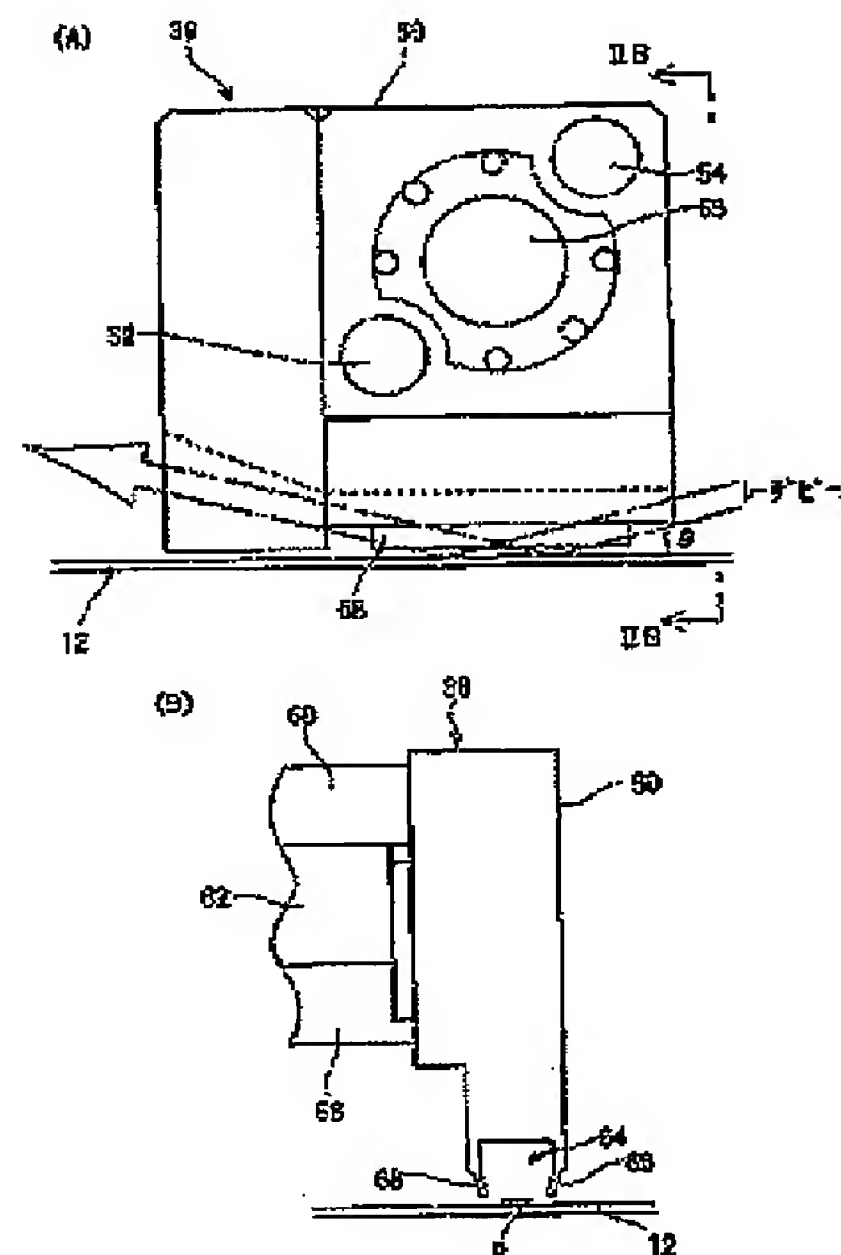
\*42a ...吸引口  
P ...スポット  
 $\alpha$  ...吹付け角

\*

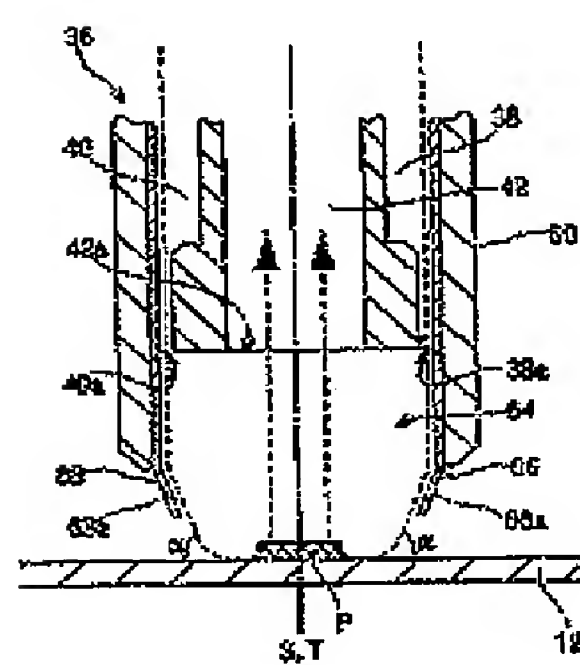
【図1】



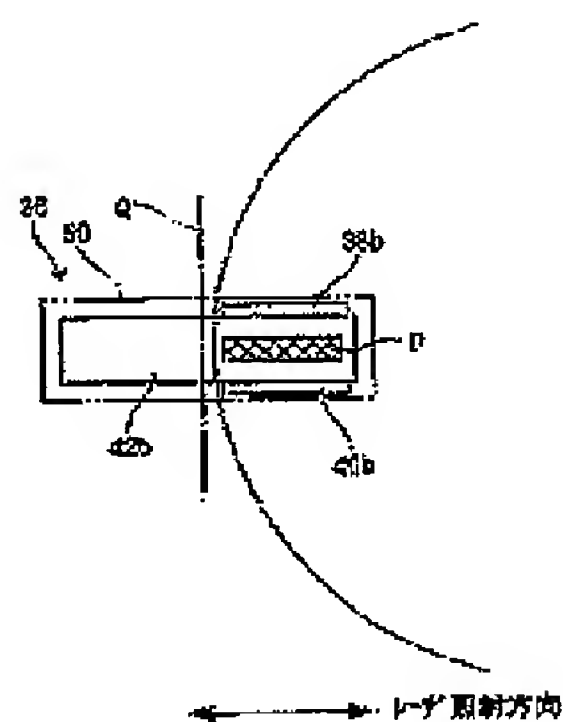
【図2】



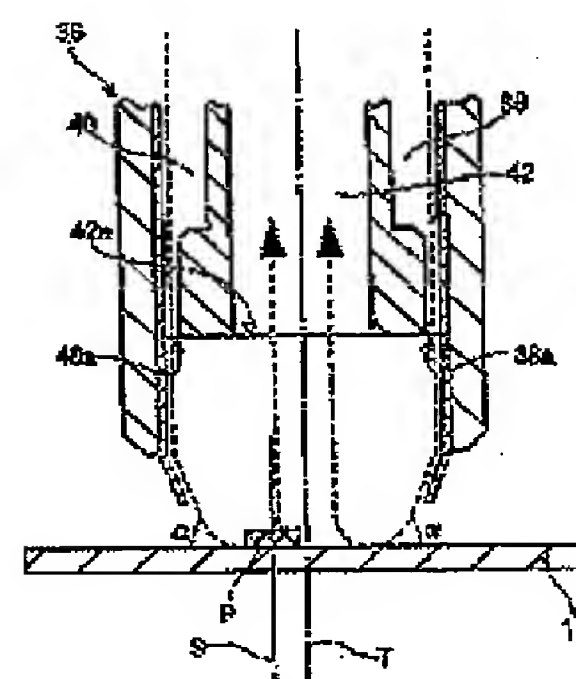
【図3】



【図4】



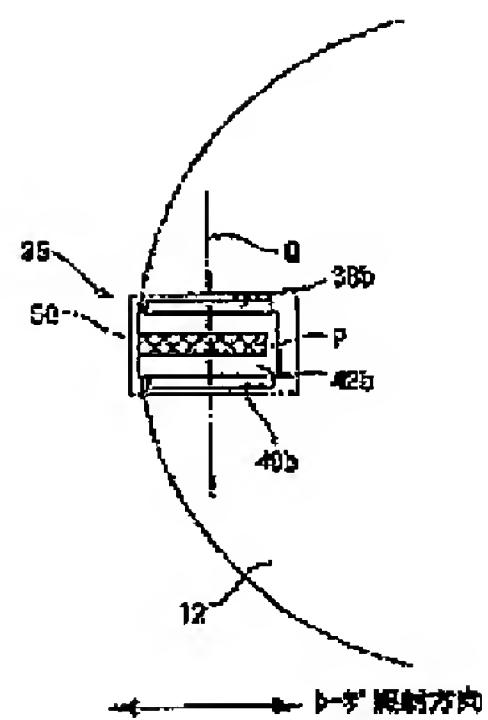
【図5】



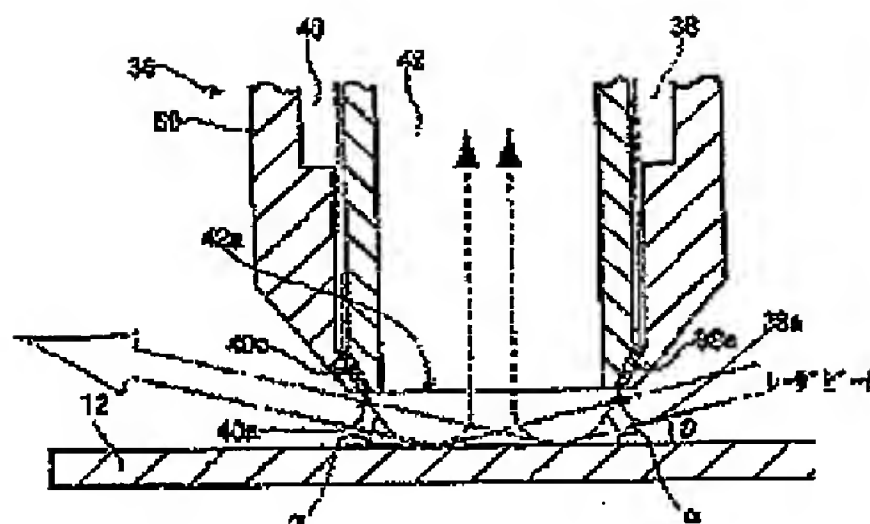
(11)

特開2002-343761

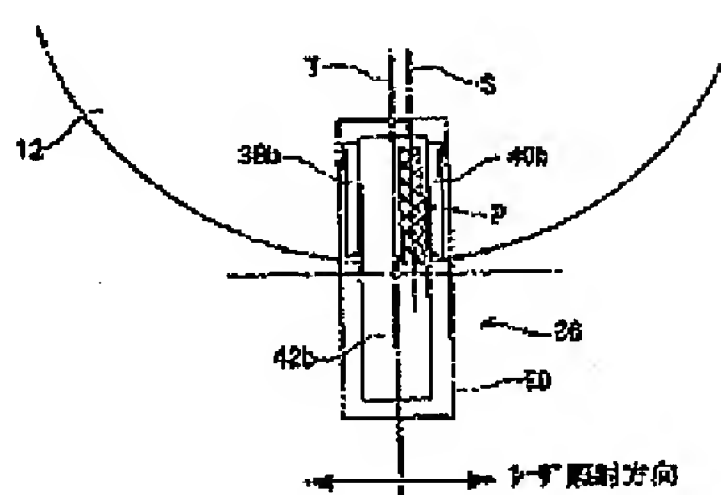
【図6】



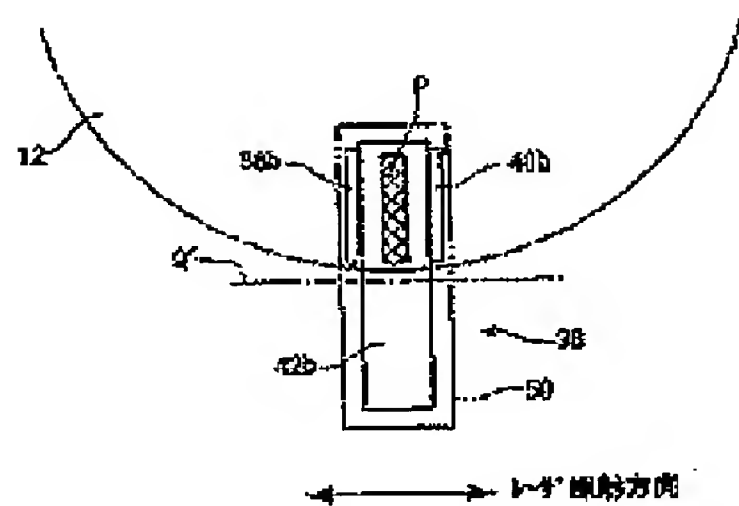
【図7】



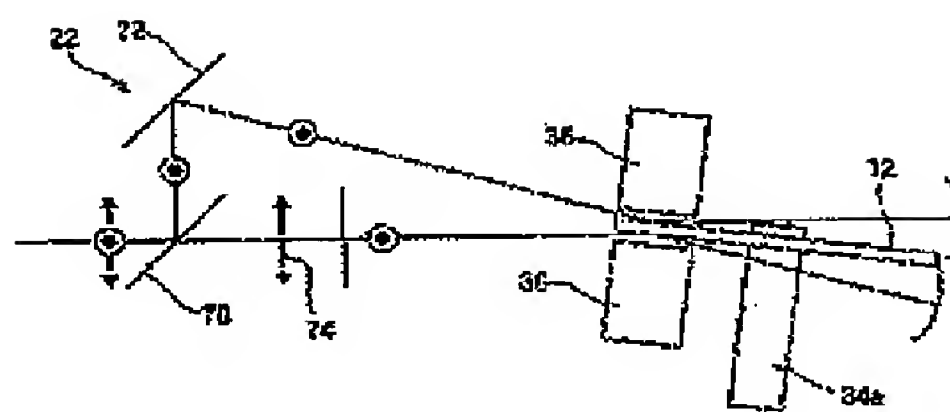
【図9】



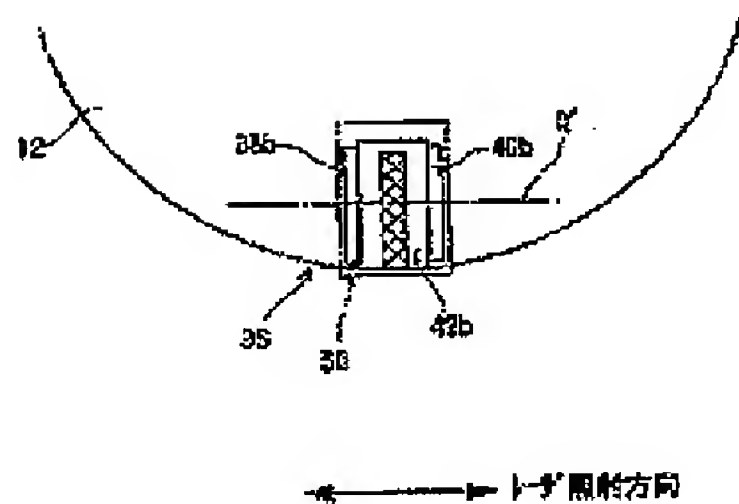
【図8】



【図11】



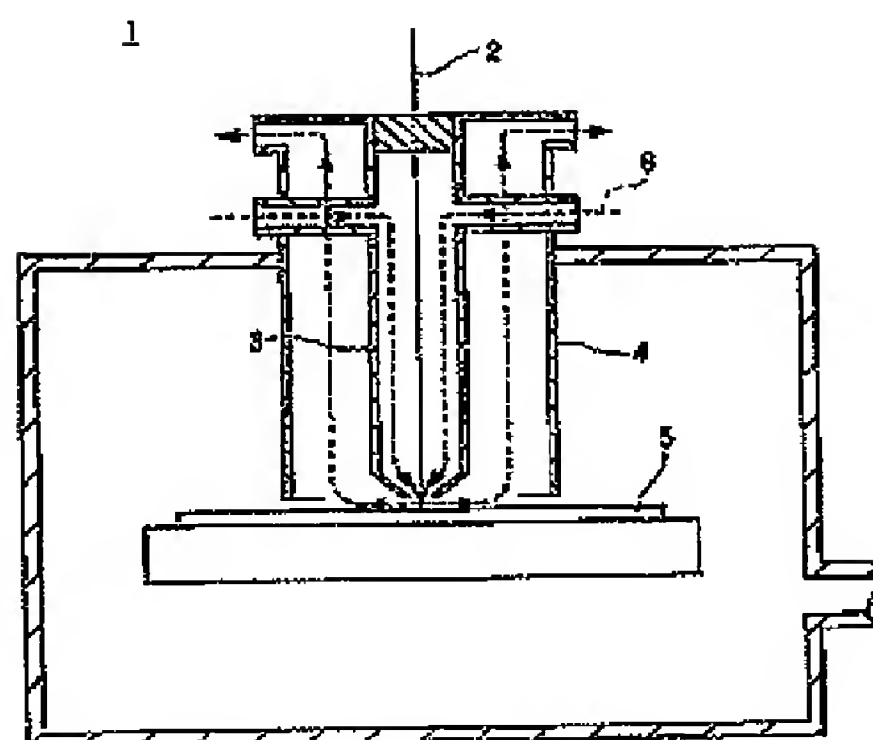
【図10】



(12)

特開2002-343761

【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 八尾 昌幸  
兵庫県伊丹市奥畑5丁目10番地 株式会社  
クボタ内  
(72)発明者 井上 直樹  
兵庫県伊丹市奥畑5丁目10番地 株式会社  
クボタ内  
(72)発明者 神田 雅之  
兵庫県伊丹市奥畑5丁目10番地 株式会社  
クボタ内

(72)発明者 早川 義人  
兵庫県伊丹市奥畑5丁目10番地 株式会社  
クボタ内  
(72)発明者 久保田 昌実  
兵庫県伊丹市奥畑5丁目10番地 株式会社  
クボタ内  
(72)発明者 原 裕紀  
兵庫県伊丹市奥畑5丁目10番地 株式会社  
クボタ内

Fターム(参考) 3B116 AA01 AB02 AB33 BB21 BB72  
BB88 BB99 BC01